ಮೈಸೂರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯ
ಪ್ರಚಾರಪುಸ್ತಕಮಾಲೆ—೪೦

ಅಲೆಗಳು

ಕೆ. ಶೇಷಾದ್ರಿ ಅಯ್ಯಂಗಾರ್,
ಎಂ.ಎಸ್‌ಸಿ., ಎಲ್‌ಎಲ್.ಬಿ.

ಪ್ರಸಾರಾಂಗ
ಮೈಸೂರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯ
೧೯೬೬

ಬೆಲೆ : ೨೫ ಪೈಸೆ.

ಮೈಸೂರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯ
ಪ್ರಚಾರಪುಸ್ತಕಮಾಲೆ—೪೮

ಅಲೆಗಳು

ಕೆ. ಶೇಷಾದ್ರಿ ಅಯ್ಯಂಗಾರ್,
ಎಂ. ಎಸ್ ಸಿ., ಎಲ್ ಎಲ್. ಬಿ.

ಪ್ರಸಾರಾಂಗ
ಮೈಸೂರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯ
೧೯೬೬

ಮೊದಲನೆಯ ಮುದ್ರಣ : ೧೯೪೬

ಎರಡನೆಯ ಮುದ್ರಣ : ೧೯೫೧

ಮೂರನೆಯ ಮುದ್ರಣ : ೧೯೬೬

೩,೦೦೦ ಪ್ರತಿಗಳು

ಪ್ರಸಾರಾಂಗದ ಡೈರೆಕ್ಟರ್ ಅವರಿಂದ ಪ್ರಕಟಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿದೆ

ಮುದ್ರಕರು :

ಚೇತನ ಮುದ್ರಾಲಯ

ಕೆ. ಆರ್. ಆಸ್ಪತ್ರೆ ರಸ್ತೆ, ಮೈಸೂರು.

ಮುನ್ನುಡಿ

ಈ ಪ್ರಚಾರಪುಸ್ತಕಮಾಲೆ ಮೂರು ವರ್ಷಗಳ ಹಿಂದೆ ಪ್ರಾರಂಭವಾಯಿತು. ಅತಿ ಸುಲಭವಾದ ಬೆಲೆಯಿಟ್ಟು ಇಂಥ ಪುಟ್ಟ ಪುಸ್ತಕಗಳನ್ನು ಹೊರಡಿಸಿದರೆ, ಅವನ್ನು ಓದಿ ಮೆಚ್ಚು ವವರು ಮೈಸೂರಿನ ಜನರಲ್ಲಿ ಬಹುವಾಗಿ ದೊರೆಯುವರೆಂಬ ಭರವಸೆಯೇ ಈ ಪ್ರಯತ್ನಕ್ಕೆ ಪ್ರೇರಕ. ಮೊಟ್ಟಮೊದಲು ಮೈಸೂರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯ ಕೈಕೊಂಡ ಈ ಹೊಸ ಮಾರ್ಗದ ಉದ್ಯಮವು ಅದನ್ನು ಏರ್ಪಡಿಸಿದವರ ಅತ್ಯಂತ ನಿರೀಕ್ಷೆಯನ್ನೂ ಮೀರಿ ಫಲಕಾರಿಯಾಗಿದೆಯೆಂದು ದಿಟವಾಗಿ ಹೇಳಬಹುದು. ಈ ಮೂರು ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿ ೩೮ ಪುಸ್ತಕಗಳು ಪ್ರಕಟವಾಗಿವೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ೧೨ ಸಾಹಿತ್ಯಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧ ಪಟ್ಟವು; ೧೧ ಭೌತ ಮತ್ತು ಜೀವವಿಜ್ಞಾನಗಳನ್ನು ಕುರಿ ತವು; ಉಳಿದವನ್ನು ಸಾಮಾಜಿಕಶಾಸ್ತ್ರಗಳ ಗುಂಪಿಗೆ ಸೇರಿಸ ಬಹುದು. ಇವುಗಳ ವಿಷಯಕ್ಷೇತ್ರವು ವಿಶಾಲವಾದದ್ದು. ಕನ್ನಡದ ವಿಚಾರದಲ್ಲಿ ಯಾರ ಮಾತಿಗೆ ಮನ್ನಣೆಯಿದೆಯೋ ಅಂಥ ಮಹನೀಯರು ಈ ಪುಸ್ತಕಗಳನ್ನು ಅತ್ಯುತ್ಸಾಹದಿಂದ ಬರಮಾಡಿಕೊಂಡಿದ್ದಾರೆ. ಈ ಮಾಲೆಯಲ್ಲಿ ಹೊಸದೊಂದು ಪುಸ್ತಕ ಹೊರಬಿದ್ದ ದಿನವೇ ಸುಮಾರು ೬೦೦ ಪ್ರತಿಗಳು ಮಾರಾಟವಾಗುತ್ತವೆ; ಈ ಮೂರು ವರ್ಷಗಳ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ಸುಮಾರು ೬೦,೦೦೦ ಪ್ರತಿಗಳು ವಿಕ್ರಯವಾಗಿವೆ. ಈ ಪುಸ್ತಕ ಮಾಲೆಯನ್ನು ಪ್ರಾರಂಭಿಸಿದವರು ಮೈಸೂರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾ ನಿಲಯದ ವೈಸ್-ಛಾನ್ಸೆಲರ್ ಪದವಿಯಿಂದ ಈಗತಾನೆ

ವಿಶ್ರಾಂತಿ ಪಡೆದಿರುವ ರಾಜಕಾರ್ಯಪ್ರವೀಣ ಶ್ರೀಮಾನ್ ಎಸ್. ಎಸ್. ಸುಬ್ಬರಾಯರು; ಇದು ಯುಕ್ತವಾಗಿಯೇ ಇಷ್ಟೊಂದು ಜನಪ್ರಿಯವಾಗಿರುವುದನ್ನು ನೋಡಿ ಅವರಿಗೆ ತುಂಬ ತೃಪ್ತಿಯುಂಟಾಗಿರಬೇಕು. ಈ ಪುಸ್ತಕಗಳನ್ನು ಯಾವ ಪ್ರತಿಫಲವೂ ಇಲ್ಲದೆ ಬರೆದು ಕೊಟ್ಟಿರುವ ಗ್ರಂಥಕರ್ತರಿಗೆ ಮೈಸೂರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ವಂದನೆಗಳು ಸಲ್ಲಬೇಕಾಗಿವೆ. ಈ ಮಾತುಗಳನ್ನು ಮುಗಿಸುವುದಕ್ಕೆ ಮುಂಚೆ ಈ ಮಾಲೆಯ ಪ್ರಧಾನ ಸಂಪಾದಕರಾದ ಶ್ರೀಮಾನ್ ಜಿ. ಹನುಮಂತರಾಯರನ್ನು ಕುರಿತು ಮೆಚ್ಚಿಕೆಯ ಮಾತೊಂದನ್ನು ನಾನು ಆಡದಿದ್ದರೆ ಲೋಪವಾದೀತು. ಸಂಪಾದಕ ಕಾರ್ಯದಲ್ಲಿ ಇವರು ಸಲ್ಲಿಸಿರುವ ಕಾಲ, ಶಕ್ತಿ, ಶ್ರದ್ಧೆ ಇವು ಎಷ್ಟೆಂಬುದು ಅವರ ದುಡಿಮೆಯನ್ನು ಹತ್ತಿರದಿಂದ ನೋಡಿದವರಿಗೆ ಮಾತ್ರ ಗೊತ್ತಾಗಬಲ್ಲುದು. ಮೈಸೂರು ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ಪ್ರಚಾರ ಪುಸ್ತಕಮಾಲೆ ಇಂದಿನಂತೆಯೇ ಮುಂದೆಯೂ ಬಹು ಕಾಲ ಜನಪ್ರಿಯವಾಗಿ ನಿಲ್ಲಲೆಂದು ಹಾರೈಸುತ್ತೇವೆ.

ಮೈಸೂರು,
೨೪-೪-೧೯೪೨

ಇ. ಜಿ. ಮೆಕಾಲ್ಪೈನ್
ವೈಸ್-ಛಾನ್ಸೆಲರ್

ಪ್ರಸ್ತಾವನೆ

1941 ರಲ್ಲಿ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ಅಧ್ಯಾಪಕರ ಸಂಘದ ತುಮಕೂರು ಶಾಖೆಯ ಆಶ್ರಯದಲ್ಲಿ ಒಂದು ವಿಶೇಷೋಪನ್ಯಾಸಮಾಲೆಯನ್ನು ಮಧುಗಿರಿಯಲ್ಲಿ ಏರ್ಪಡಿಸಲಾಗಿತ್ತು. ಆಗ ಅಲೆಗಳ ಚಲನೆಯ ವಿಷಯವಾಗಿ ನಾನು ಕೊಟ್ಟ ಆರು ಉಪನ್ಯಾಸಗಳನ್ನು ಈಗ ಪುಸ್ತಕರೂಪದಲ್ಲಿ ಪ್ರಕಟಿಸಿದೆ.

ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರದಲ್ಲಿ ಅಲೆಗಳ ಚಲನೆಯ ವಿಚಾರ ಬಹಳ ಮುಖ್ಯವಾದುದು. ಇತ್ತೀಚಿನ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಿಂದ ಅದರ ವ್ಯಾಪ್ತಿ ಹೆಚ್ಚುತ್ತಿದೆ. ವಿಜ್ಞಾನಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞನ ದೃಷ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ಬೆಳಕು, X ಕಿರಣಗಳು, ಆಕಾಶವಾಣಿ-ಇವುಗಳೆಲ್ಲಾ ಅಲೆಗಳ ರೂಪಭೇದಗಳು-ಇವುಗಳ ಸ್ವರೂಪವನ್ನು ಶಾಸ್ತ್ರೀಯ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ವಿಮರ್ಶಿಸಿ, ಅವುಗಳನ್ನು ಒಟ್ಟುಗೂಡಿಸುವ ಒಂದು ತತ್ವವನ್ನೂ ಈ ಪುಸ್ತಕದಲ್ಲಿ ಸೂಚಿಸಲಾಗಿದೆ. ಸಾಮಾನ್ಯಜನರ ದೃಷ್ಟಿಯನ್ನು ಮುಂದಿಟ್ಟುಕೊಂಡು, ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಆದಷ್ಟೂ ಸರಳರೀತಿಯಲ್ಲಿ ನಿರೂಪಿಸಲು ಪ್ರಯತ್ನಮಾಡಿದೆ. ಒಂದೊಂದು ಅಧ್ಯಾಯದಲ್ಲೂ ಮೇಲೆ ಹೇಳಿದ ಸಾಧನಗಳಿಂದ ಮನುಷ್ಯನ ನಿತ್ಯಜೀವನದಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬಂದಿರುವ ಕೆಲವು ಮುಖ್ಯ ಉಪಯೋಗಗಳನ್ನು ತಿಳಿಸಿದೆ, ಒಟ್ಟಿನಲ್ಲಿವೈಜ್ಞಾನಿಕ ವಿಷಯಗಳಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ಆಸಕ್ತಿ ಹುಟ್ಟಿಸುವುದೂ ವಿಜ್ಞಾನದೃಷ್ಟಿಯನ್ನು ಪ್ರಚಾರಮಾಡುವುದೂ ನನ್ನ ಮುಖ್ಯ ಆಶಯ. ಆಂಗ್ಲೇಯ ಪಾರಿಭಾಷಿಕ ಪದಗಳಿಗೆ ಸಮವಾದ ಕನ್ನಡ ಪದಗಳನ್ನು ಕೊಟ್ಟಿದೆ.

ಈ ವಿಧವಾದ ಉಪನ್ಯಾಸಗಳನ್ನು ಕೊಟ್ಟು ಸೇವೆ ಮಾಡಲು ಅವಕಾಶವನ್ನಿತ್ತುದಕ್ಕಾಗಿ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾನಿಲಯದ ಅಧಿಕಾರಿಗಳಿಗೆ ನನ್ನ ಕೃತಜ್ಞತೆಯನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತೇನೆ. ವಿಶೇಷೋಪನ್ಯಾಸ ಮಾಲೆಯನ್ನು ಏರ್ಪಾಡುಮಾಡುವುದರಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ಉತ್ತೇಜನವನ್ನು ಕೊಟ್ಟ ಸಂಘದ ತುಮಕೂರು ಶಾಖೆಯ ಅಧ್ಯಕ್ಷರಾದ ಡಾ|| ತಿರುಮಲಾಚಾರ್ಯರಿಗೆ ನಾನು ಋಣಿಯಾಗಿರುತ್ತೇನೆ. ಮೂಲಪ್ರತಿಯನ್ನು ಓದಿ ಕೆಲವು ಉಪಯುಕ್ತ ಸಲಹೆಗಳನ್ನು ಕೊಟ್ಟುದಕ್ಕಾಗಿ ಶ್ರೀಮಾನ್ ಜಿ. ಹನುಮಂತರಾಯರಿಗೆ ನನ್ನ ವಂದನೆಗಳು ಸಲ್ಲಬೇಕಾಗಿವೆ.

ತುಮಕೂರು
೨೦-೬-೧೯೪೩

ಕೆ. ಶೇಷಾದ್ರಿ ಅಯ್ಯಂಗಾರ್.

ವಿಷಯಾನುಕ್ರಮಣಿಕೆ

ಅಲೆಗಳು

೧ ಅಲೆಗಳ ಚಲನೆ

ಅಲೆಗಳ ವಿಚಾರವಾಗಿ ಮಾತನಾಡುವಾಗ ಸಾಮಾನ್ಯ ವಾಗಿ ಸಮುದ್ರದ ಅನಂತವಾದ ಅಲೆಗಳು ನಮ್ಮ ಜ್ಞಾಪಕಕ್ಕೆ ಬರುವುವು. ಆದರೆ ಅವುಗಳಿಗಿಂತ ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾದ ಅಲೆಗಳಿವೆ.

ಕಣ್ಣಿನ ದೃಷ್ಟಿಗೆ ಬೇಕಾದ ಬೆಳಕು ಒಂದು ವಿಧವಾದ ಅಲೆಗಳ ಚಲನೆಯಿಂದ ಪ್ರಸಾರವಾಗುವುದು. ಈ ಅಲೆಗಳ ವೇಗ ಒಂದು ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ 1,86,000 ಮೈಲಿಗಳು. ಸೂರ್ಯನ ಬೆಳಕು ಭೂಮಿಗೆ ತಲಪಲು ಸುಮಾರು 8¼ ನಿಮಿಷಗಳಾಗುವುವು.

ಬೆಳಕಿನ ಅಲೆಗಳು ಕಣ್ಣಿಗೆ ಗೋಚರವಾಗುವುವು. ಆದರೆ ಕಣ್ಣಿಗೆ ಕಾಣದಿದ್ದರೂ ಇತರ ಉಪಕರಣಗಳಿಂದ ನಿರ್ಧರಿಸ ಬಹುದಾದ ಕೆಲವು 'ಬೆಳಕಿನ' ಅಲೆಗಳು ಇತ್ತೀಚಿನ ಪರಿ ಶೋಧನೆಗಳಿಂದ ತಿಳಿಯಬಂದಿವೆ. ಇವುಗಳಿಂದ ಭೌತ ಶಾಸ್ತ್ರಕ್ಕೆ ಒಂದು ಅತಿ ವಿಶಾಲವಾದ ಕ್ಷೇತ್ರವನ್ನು ತೆರೆದಂತಾ ಗಿದೆ. ದೃಷ್ಟಿಗೆ ಬೀಳದಂತಹ ಬೆಳಕಿನ ಗುಂಪಿಗೆ ಸೇರುವ ಅಲೆಗಳು ಯಾವುವೆಂದರೆ:—(1) ಅತಿ ಊದಾ ಕಿರಣಗಳು (ultra violet), (2) X ಕಿರಣಗಳು(3) ಶಾಖದ ಅಲೆಗಳು, (4) ಗಾಮಾ ಕಿರಣಗಳು, (5) ವಿಶ್ವಕಿರಣಗಳು (Cosmic Rays), (6) ಆಕಾಶವಾಣಿ (Wireless)ಯ ಅಲೆಗಳು–ಇವು ಗಳೆಲ್ಲವನ್ನೂ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಅಧ್ಯಾಯಗಳಲ್ಲಿ ಮುಂದೆ ವಿಶದ ಪಡಿಸಲಾಗುವುದು.

ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ಪರಿಶೀಲಿಸಿದರೆ, ಕಣ್ಣಿಗೆ ಕಾಣುವ ಬೆಳಕು, ಮತ್ತು ಕಣ್ಣಿನ ದೃಷ್ಟಿಗೆ ಬೀಳದಂತಹ

(X–ಕಿರಣಗಳು, ಮುಂತಾದವುಗಳು) 'ಬೆಳಕು' ಇವುಗಳನ್ನೆಲ್ಲಾ ಒಂದೇ ವಿಧವಾದ ಅಲೆಗಳ ಪ್ರಸಾರವೆಂದು ಹೇಳಬಹುದು. ಇವನ್ನು ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ಅಲೆಗಳ ವಿವಿಧ ರೂಪವನ್ನಾಗಿ ಎಣಿಸಬಹುದು.

ಅಲೆಗಳ ಪ್ರಸಾರವು ಬೇರೊಂದು ರೀತಿಯಾಗಿಯೂ ಇರುವುದುಂಟು. ಈ ಗುಂಪಿಗೆ ಶಬ್ದದ ಅಲೆಗಳನ್ನು ಸೇರಿಸಬಹುದು. ಶಬ್ದವು ಮೂಲಸ್ಥಾನದಿಂದ ಹೊರಟು ಕಿವಿಗೆ ಬಂದು ಮುಟ್ಟುವಾಗ, ಮಾರ್ಗದಲ್ಲಿ ಅಲೆಗಳ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಪ್ರಸಾರವಾಗುತ್ತದೆ.

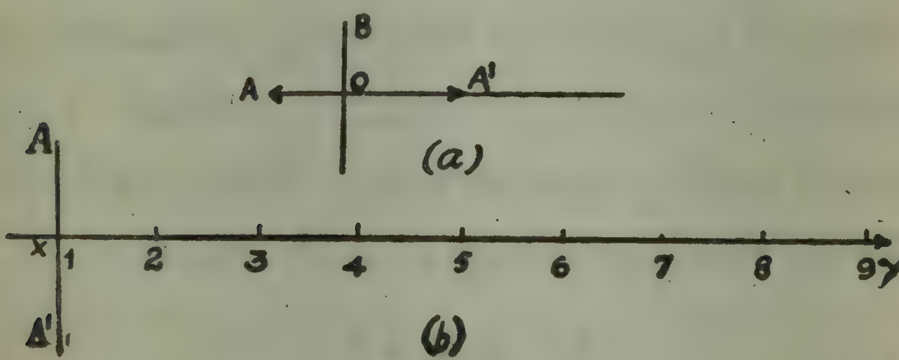
ಮತ್ತೊಂದು ದೃಷ್ಟಿಯಲ್ಲಿಯೂ ಕೂಡ ಅಲೆಗಳ ಸ್ವರೂಪದ ತಿಳಿವಳಿಕೆಯು ಮುಖ್ಯವಾದುದು. ಪರಮಾಣುಗಳ ರಚನೆಯಲ್ಲಿ ಋಣವಿದ್ಯುತ್ಕಣಗಳು (Electrons) ಮೂಲಾಧಾರವಾದುವು. ಇವುಗಳು ಅತಿವೇಗದಿಂದ ಗೊತ್ತಾದ ವಲಯುಗಳಲ್ಲಿ ಸುತ್ತುತ್ತಿರುವುವೆಂಬುದಕ್ಕೆ ಪ್ರಯೋಗಗಳ ಆಧಾರವಿದೆ. ಹಾಗೆ ಈ ಋಣವಿದ್ಯುತ್ಕಣಗಳು ಸುತ್ತುವಾಗ, ಅವುಗಳಿಗೆ ಒಂದುವಿಧವಾದ ಅಲೆಯ ಸ್ವರೂಪವನ್ನು ಹೊಂದಿಸಬೇಕಾದ ಪ್ರಮೇಯ ಒದಗಿದೆ. ಆದುದರಿಂದ ಅಲೆಗಳ ಚಲನೆ ಮತ್ತು ಸ್ವರೂಪವನ್ನು ತಿಳಿಯುವುದು ಈ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದಲೂ ಸಹಕಾರಿಯಾದುದು.

ಮೇಲೆ ಸೂಚಿಸಿರುವ ವಿಷಯಗಳಿಂದ ಒಂದು ಮುಖ್ಯ ಅಂಶವು ಹೊರಬೀಳುವುದು. ಅದೇನೆಂದರೆ, ಅಲೆಗಳ ಸ್ವರೂಪವು ಸರ್ವತೋಮುಖವಾದುದು. ಅದನ್ನು ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳುವುದು ಶುದ್ಧ ಶಾಸ್ತ್ರೀಯ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದಲೂ ಜನಗಳ ನಿತ್ಯ ಜೀವನದ ಉಪಯೋಗದ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದಲೂ ಉಪಯುಕ್ತವಾದುದು. 'ಪ್ರಪಂಚವೆಲ್ಲ ಅಲೆಗಳಿಂದ ತುಂಬಿ ತುಳುಕುತ್ತದೆ.'-ಸರ್ವಂವೀಚಿಮಯಂ ಜಗತ್–ಎಂದರೂ ಅತಿಶಯೋಕ್ತಿಯಾಗಲಾರದು.

೨ ಅಲೆಗಳ ಸಾಮಾನ್ಯ ಲಕ್ಷಣಗಳು

ಅಲೆಗಳು ಉತ್ಪನ್ನವಾಗಬೇಕಾದರೆ ಎರಡು ಮುಖ್ಯ ಸಂದರ್ಭಗಳು ಆವಶ್ಯಕ—(1) ಯಾವುದಾದರೂ ಒಂದು ವಸ್ತುವು 'ಅಲುಗಾಡು' (ಸ್ಪಂದಿಸು) ತ್ತಿರಬೇಕು (2) ಈ ಸ್ಪಂದನಗಳನ್ನು ಒಯ್ಯಲು ಸಹಕಾರಿಯಾಗುವುದಕ್ಕೆ ಒಂದು ಮಧ್ಯವರ್ತಿ (Medium)ಯು ಬೇಕು.

ಸ್ಪಂದನ:—ಒಂದು ವಸ್ತುವು ತನ್ನ ಸ್ವಾಭಾವಿಕ ಸ್ಥಾನವನ್ನು ಬಿಟ್ಟು, ಒಂದು ಕಡೆಯಿಂದ ಇನ್ನೊಂದು ಕಡೆಗೆ ಒಂದು ಗೊತ್ತಾದ ಕ್ರಮದಲ್ಲಿ ಅಲುಗುತ್ತಿದ್ದರೆ, ಅದು ಸ್ಪಂದಿಸುತ್ತಿದೆ



ಚಿತ್ರ 1

ಯೆಂದು ನಾವು ಹೇಳುತ್ತೇವೆ. ಚಿತ್ರ 1 (a) ದಲ್ಲಿ ಕಾಣಬರುವಂತೆ, O ಎಂಬುದು ಸ್ವಾಭಾವಿಕಸ್ಥಾನವನ್ನು ಸೂಚಿಸುವುದಾದರೆ ವಸ್ತುವು AOA′ ನೇರದಲ್ಲಿ A ಇಂದ A′ ಗೆ ಹಿಂದಕ್ಕೂ ಮುಂದಕ್ಕೂ ಅಲುಗಾಡುವುದು. ಈ ಸ್ಪಂದನವು ಎರಡು ಬಗೆಯಾಗಿರಬಹುದು—ಮೇಲಕ್ಕೂ ಕೆಳಕ್ಕೂ (BOB′) ಅಥವಾ ಹಿಂದಕ್ಕೂ ಮುಂದಕ್ಕೂ (AOA′). ಸಾಮಾನ್ಯ ಲೋಕಕ್ಕಿನ

ಸ್ಪಂದನಗಳನ್ನು ಈ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ಜ್ಞಾಪಕಕ್ಕೆ ತಂದುಕೊಳ್ಳ ಬಹುದು. ವಸ್ತುವು O ಇಂದ ಹೊರಟು, A′ ಗೆ ಹೋಗಿ ಮತ್ತೆ A ಗೆ ಹಿಂತಿರುಗಿ ಪುನಃ O ಎಂಬ ಜಾಗಕ್ಕೆ ಬರಲು ಆಗುವ ಕಾಲವನ್ನು ಒಂದು ಸ್ಪಂದನದ ಕಾಲ ಎಂದು ಕರೆಯ ಬಹುದು. ಒಂದು ಸೆಕೆಂಡಿನಲ್ಲಿ ಇಂತಹ ಸ್ಪಂದನಗಳು ಎಷ್ಟು ಆಗುತ್ತವೆಯೋ ಅದಕ್ಕೆ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆ ಎನ್ನಬಹುದು. ವಸ್ತುವು ಎಷ್ಟು ಜಾಗ್ರತೆಯಾಗಿ ಅಲುಗಾಡುತ್ತಿದ್ದರೆ, ಅಷ್ಟು ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಆವರ್ತ ಸಂಖ್ಯೆ ಇರುತ್ತದೆ.

ಶಬ್ದದ ಅಲೆಗಳು ಉತ್ಪನ್ನವಾಗಬೇಕಾದರೂ, ಬೆಳಕಿನ ಅಲೆಗಳು ಉಂಟಾಗಬೇಕಾದರೂ, ಮೇಲೆ ಹೇಳಿದ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಸ್ಪಂದನಗಳಾಗಬೇಕು. ವೀಣೆಯ ತಂತಿಯನ್ನು ಮೀಟಿದಾಗ ಉಂಟಾಗುವ ಸ್ಪಂದನಗಳೂ ಕೊಳಲನ್ನು ಊದಿದಾಗ ಅದ ರೊಳಗಿರುವ ಗಾಳಿಯು ಸ್ಪಂದಿಸುವುದೂ ವೀಣೆಯ ಅಥವಾ ವೇಣುವಿನ ನಾದಕ್ಕೆ ಮೂಲಕಾರಣ. ಬೆಳಕಿನ ಅಲೆಗಳಿಗೂ ಕೂಡ, ಋಣವಿದ್ಯುತ್ಕಣಗಳ ಸ್ಪಂದನಗಳೇ ಕಾರಣ.

ಮಧ್ಯವರ್ತಿ

ಮೇಲೆ ಹೇಳಿದಂತೆ ಯಾವುದಾದರೂ ಒಂದು ಜಾಗದಲ್ಲಿ ಸ್ಪಂದನಗಳಾದರೆ, ಅವು ಹಬ್ಬಲು ಒಂದು ಮಧ್ಯವರ್ತಿಯು ಬೇಕು. ಈ ಮಧ್ಯವರ್ತಿಗೆ ಎರಡು ಮುಖ್ಯ ಲಕ್ಷಣಗಳಿರ ಬೇಕು. ಮೊದಲನೆಯದು ಸ್ಥಿತಿಸ್ಥಾಪಕಶಕ್ತಿ, ಎರಡನೆಯದು ಸಾಂದ್ರತೆ.

ಸ್ಥಿತಿಸ್ಥಾಪಕಶಕ್ತಿಯೆಂದರೆ ಏನೆಂಬುದನ್ನು ತಿಳಿಯುವುದಕ್ಕೆ ಒಂದು ಉದಾಹರಣೆಯನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ಒಂದು

ಗುಂಡಾದ ರಬ್ಬರ್ ಚೆಂಡನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಂಡು ಅದನ್ನು ಅದುಮಿದರೆ ಅದರ ಗಾತ್ರವು ಕಡಮೆಯಾಗಿ ಆಕಾರವೂ ಬದಲಾಯಿಸುವುದು. ಅದುಮುವುದನ್ನು ಬಿಟ್ಟರೆ ಆಗ ಆ ಚೆಂಡು ಮೊದಲಿನ ಗಾತ್ರವನ್ನೂ ಆಕಾರವನ್ನೂ ಹೊಂದುವುದು. ಹೀಗೆಯೇ ಒಂದು ರಬ್ಬರ್ ಕೊಳವಿಯನ್ನಾಗಲಿ, ಒಂದು ತಂತಿಯ ಸುರಳಿಯ (ಸ್ಪಿಂಗ) ನ್ನಾಗಲಿ, ಹಿಡಿದು ಎಳೆದಾಗ, ಉದ್ದವು ಹೆಚ್ಚುವುದು, ಮತ್ತೆ ಎಳೆತವನ್ನು ಬಿಟ್ಟಾಗ ಅದು ಪೂರ್ವದ ಸ್ಥಿತಿಗೆ ಬಂದುಬಿಡುವುದು. ಈ ರೀತಿಯಾಗಿ, ಬಲ ಪ್ರಯೋಪಮಾಡಿದಾಗ ಪದಾರ್ಥಗಳು ಗಾತ್ರ ಅಥವಾ ಆಕಾರದಲ್ಲಿ ಬದಲಾವಣೆ ಹೊಂದುವುದೂ ಆ ಬಲವನ್ನು ತೆಗೆದು ಹಾಕುತ್ತಲೆ ಅವು ಮೊದಲಿನ ಗಾತ್ರವನ್ನೂ ಆಕಾರವನ್ನೂ ಹೊಂದುವುದೂ—ಈ ಶಕ್ತಿಗೆ ಸ್ಥಿತಿಸ್ಥಾಪಕ ಶಕ್ತಿಯೆಂದು ಹೆಸರು. ಇದರ ಪ್ರಮಾಣವು ಒಂದೊಂದು ವಸ್ತುವಿನಲ್ಲಿ ಬೇರೆ ಬೇರೆಯಾಗಿರುವುದು. ಇವುಗಳ ವ್ಯತ್ಯಾಸವನ್ನು ಸೂಚಿಸುವ ಸಂಖ್ಯೆಗೆ ಮಾಡ್ಯುಲಸ್ ಎಂದು ಹೆಸರು. ಕೆಲವು ವಸ್ತುಗಳ ಮಾಡ್ಯುಲಸ್ ಸಂಖ್ಯೆಗಳು ಈ ಪಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿವೆ :—

ತಾಮ್ರ	13×10^{11}	ಚಿನ್ನ	86×10^{11}
ಗಾಜು	4×10^{11}	($10^{11} = 10$ ಸಾವಿರಕೋಟಿ)	

ಸಾಂದ್ರತೆ–ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನ ಒಂದು ಘನಸೆಂಟಿಮೀಟರ್ ಗಾತ್ರದಲ್ಲಿ ಅಡಗಿರುವ ವಸ್ತುವಿನ ತೂಕಕ್ಕೆ ಸಾಂದ್ರತೆಯೆಂದು ಹೆಸರು. ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನ ಸಾಂದ್ರತೆಯಿಂದ ಅದರಲ್ಲಿ ಅಡಗಿರುವ ಅಣುಗಳು ಎಷ್ಟು ಒತ್ತಾಗಿ ಅಥವಾ ನಿಬಿಡವಾಗಿ ಸೇರಿಕೊಂಡಿವೆ ಎಂಬುದನ್ನು ತಿಳಿಯಬಹುದು. ನೀರಿನ

ಸಾಂದ್ರತೆಯನ್ನು 1 ಎಂದು ಭಾವಿಸಿದರೆ, ಮಿಕ್ಕ ಕೆಲವು ವಸ್ತುಗಳ ಸಾಂದ್ರತೆಯು ಹೀಗಿರುವುದು. ಗಾಜು 2.6; ಕಬ್ಬಿಣ 7.8; ಚಿನ್ನ 19.3; ಎಣ್ಣೆ 0·8; ಗಾಳಿ .0013. ಅಲೆಗಳ ವೇಗವು ಮಾರ್ಗದಲ್ಲಿರುವ ಮಧ್ಯವರ್ತಿಯ ಸ್ಥಿತಿ ಸ್ಥಾಪಕ ಶಕ್ತಿಯು ಹೆಚ್ಚಿದಂತೆಲ್ಲಾ ಹೆಚ್ಚುವುದು. ಮಧ್ಯವರ್ತಿಯ ಸಾಂದ್ರತೆಯು ಕಡಮೆಯಾದಷ್ಟೂ ವೇಗವು ಅಧಿಕವಾಗುವುದು.

ಶಬ್ದದ ಅಲೆಗಳ ಪ್ರಸಾರಕ್ಕೆ ಒಂದು ಜಡಸ್ವರೂಪ (Material) ವುಳ್ಳ ಮಧ್ಯವರ್ತಿಯು ಆವಶ್ಯಕ. ಅದು ಘನ, ದ್ರವ ಅಥವಾ ವಾಯುರೂಪದಲ್ಲಿರಬೇಕು. ಆದರೆ ಬೆಳಕಿನ ಅಲೆಗಳ ಪ್ರಸಾರಕ್ಕೆ ಈ ವಿಧವಾದ ಮಧ್ಯವರ್ತಿಯು ಅನಾವಶ್ಯಕ—ಸೂರ್ಯನ ಬೆಳಕು ಭೂಮಿಗೆ ತಲಪುವುದಕ್ಕೆ ಮೊದಲು ಮಾರ್ಗದಲ್ಲಿ ಲಕ್ಷಾಂತರ ಮೈಲಿಗಳ ದೂರದಲ್ಲಿ ನಮಗೆ ತಿಳಿದಿರುವಂತೆ ಯಾವ ರೂಪದಲ್ಲಿಯಾಗಲಿ, ವಸ್ತುಸ್ವರೂಪದ ಮಧ್ಯವರ್ತಿ ಇರುವುದಿಲ್ಲ. ಆದರೂ, ಶಾಸ್ತ್ರದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ಅಲೆಗಳ ಪ್ರಸಾರಕ್ಕೆ ಒಂದು ಮಧ್ಯವರ್ತಿಯು ಇರಬೇಕಾದುದರಿಂದ ವೈಜ್ಞಾನಿಕರು ಈಥರ್ (Ether) ಎಂಬ ಸರ್ವವ್ಯಾಪಕವಾದ ಮಧ್ಯವರ್ತಿಯನ್ನು ಕಲ್ಪಿಸಿಕೊಂಡಿರುತ್ತಾರೆ. ಅದಕ್ಕಿರಬೇಕಾದ ಒಂದು ರಚನೆಯನ್ನೂ ಊಹಿಸಿರುತ್ತಾರೆ. ಈ ಈಥರ್ ಮಧ್ಯವರ್ತಿಯು ವಾಸ್ತವವಲ್ಲ. ಕೇವಲ ಕಾಲ್ಪನಿಕವಾಗಿದೆ. ಕೆಲವು ಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರು ಹೇಳುವಂತೆ, ಅದು 'ಅಲುಗಾಡುತ್ತದೆ' ಎಂಬ ಕ್ರಿಯಾಪದಕ್ಕೆ ಕರ್ತೃಪದ ಎಂಬುದಾಗಿ ಅನ್ವಯಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಬೇಕು.

೩ ಅಲೆಗಳ ಪ್ರಸಾರ ರಚನೆ

ಅಲೆಗಳು ಪ್ರಸಾರವಾಗುತ್ತಿರುವ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಮಾರ್ಗದಲ್ಲಿರುವ ಮಧ್ಯವರ್ತಿಯಲ್ಲಿ ಯಾವ ರೀತಿಯ ಬದಲಾವಣೆಗಳಾಗುತ್ತವೆಯೆಂಬುದನ್ನು ಈಗ ವಿಚಾರ ಮಾಡೋಣ.

ಅಲೆಗಳು ಪ್ರವಹಿಸುತ್ತಿರುವ ಮಾರ್ಗದಲ್ಲಿರುವ ಮಧ್ಯವರ್ತಿಯ ಕಣಗಳು ತಮ್ಮ ಪ್ರಸ್ಥಾನಗಳಿಂದ ಚಲಿಸಿ ಸ್ಪಂದನ ಮಾಡುತ್ತವೆ. ಚಿತ್ರ 1(b) ದಲ್ಲಿ ಕಾಣಬರುವಂತೆ X Y ಎಂಬ ನೇರದಲ್ಲಿ ಅಲೆಗಳು ಪ್ರಸಾರವಾಗುತ್ತಿದ್ದರೆ, ಈ ನೇರದಲ್ಲಿರುವ ಕಣಗಳು ಎರಡು ವಿಧವಾಗಿ ಸ್ಪಂದನಮಾಡಬಹುದು. ಈ ಸ್ಪಂದನಗಳು X Y ನೇರದಲ್ಲಿಯೇ ಹಿಂದಕ್ಕೂ ಮುಂದಕ್ಕೂ ಆದರೆ, ಅದೊಂದು ಗುಂಪಿನ ಅಲೆಗಳಿಗೆ ಸೇರುತ್ತದೆ. ಅದನ್ನು ಉದ್ದ ಅಲೆಗಳೆನ್ನಬಹುದು. ಈ ಗುಂಪಿನಲ್ಲಿ ಮುಖ್ಯವಾದುವುಗಳು ಶಬ್ದದ ಅಲೆಗಳು. ಮತ್ತೊಂದು ವಿಧವಾಗಿಯೂ ಸ್ಪಂದನಗಳಾಗಬಹುದು. ಕಣಗಳು ತಮ್ಮ ಸ್ವಸ್ಥಾನಗಳಿಂದ ಮೇಲಕ್ಕೂ ಕೆಳಕ್ಕೂ ಎಂದರೆ, A A′ ನೇರದಲ್ಲಿ ಅಥವಾ X Y ನೇರಕ್ಕೆ ಲಂಬದ ನೇರದಲ್ಲಿ ಸ್ಪಂದನ ಮಾಡಬಹುದು. ಈ ಜಾತಿಯ ಅಲೆಗಳನ್ನು ಅಡ್ಡ ಅಲೆಗಳೆಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಈ ಎರಡನೆಯ ವಿಧದ ಅಲೆಗಳೇ ಬೆಳಕಿನ ಅಲೆಗಳು. ಈ ಗುಂಪಿಗೆ ಕಣ್ಣಿಗೆ ಕಾಣುವ ಮತ್ತು ಕಾಣದಿರುವ 'ಬೆಳಕಿನ' ಅಲೆಗಳನ್ನು ಸೇರಿಸಬಹುದು.

ಅಡ್ಡ ಅಲೆಗಳ ಪ್ರಸಾರದ ರಚನೆಯನ್ನು ಮೊದಲು ವಿಚಾರ ಮಾಡೋಣ. ಆಗಲೇ ತಿಳಿಸಿದಂತೆ ನೀರಿನ ಅಲೆಗಳ ಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ಸ್ವಲ್ಪ ಪರಿಶೀಲಿಸಿದರೆ ಅಲೆಗಳ ಪ್ರಸಾರದ ರಚನೆಯನ್ನು ಸುಲಭವಾಗಿ ತಿಳಿಯಬಹುದು.

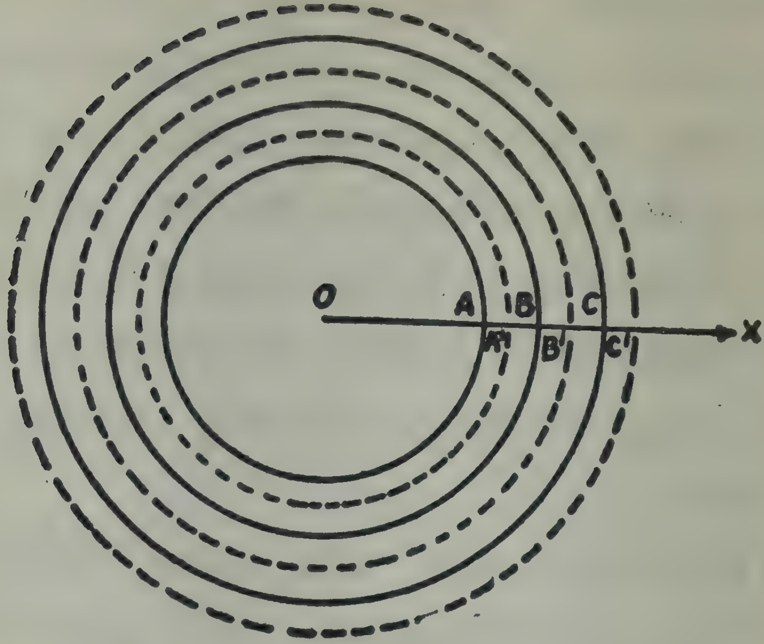
ಕೆರೆಯ ನೀರಿನ ಮೇಲೆ ಒಂದು ಸಣ್ಣ ಕಲ್ಲನ್ನು ಎಸೆದರೆ ಅದು ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಬಿದ್ದ ಸ್ಥಳದಿಂದ (ಚಿತ್ರ 2) ಅದರ ಸುತ್ತಲೂ ಗುಂಡಾಗಿರುವ ನೀರಿನ ಕಣಗಳು ಮೇಲಕ್ಕೂ ಕೆಳಕ್ಕೂ ಅಲುಗುವುದನ್ನು ಕಾಣುತ್ತೇವೆ. O ಎಂಬ ಬಿಂದುವನ್ನು ಕೇಂದ್ರವಾಗಿಟ್ಟುಕೊಂಡು ಅದರ ಸುತ್ತಲೂ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ವ್ಯಾಸಗಳುಳ್ಳ ವೃತ್ತಗಳನ್ನು ರಚಿಸಿದರೆ, ಆ ವೃತ್ತಗಳ ಅಂಚಿನಲ್ಲಿರುವ ನೀರಿನ ಕಣಗಳು ಸ್ಥಾನಭೇದಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿ ಅಲುಗುತ್ತವೆ. ಈ ಅಲುಗಾಟದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಕ್ರಮವಿರುತ್ತದೆ. ಉದಾಹರಣೆಗಾಗಿ OX ಎಂಬ ಒಂದು ನೇರದಲ್ಲಿರುವ ಕಣಗಳು ಮೇಲಕ್ಕೂ ಕೆಳಕ್ಕೂ ಸ್ಪಂದನಮಾಡುವಾಗ A.B.C. ಸ್ಥಾನಗಳಲ್ಲಿರುವುವು. ಉಬ್ಬಿನಲ್ಲಿದ್ದರೆ ಅದೇ ಕಾಲದಲ್ಲಿ A′,B′,C′, ಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿರುವ ಕಣಗಳು ತಗ್ಗಿನಲ್ಲಿದ್ದು ನಮಗೆ, A,B,C, ಗಳು ಉಬ್ಬುಗಳಂತೆಯೂ, A′,B′,C′ ಗಳು ತಗ್ಗುಗಳಂತೆಯೂ ಕಾಣುತ್ತವೆ. ಅಂದರೆ, ಅಲೆಗಳು ಪ್ರಸಾರವಾಗುವಾಗ ನಮಗೆ ಕಾಣಬರುವ ರೂಪವು ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ (Alternate) ಉಬ್ಬು ತಗ್ಗುಗಳುಳ್ಳದ್ದಾಗಿರುತ್ತದೆ, ಈ ಅಲೆಯ ರೂಪವು ಚಿತ್ರ (3) ದಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿರುವಂತೆ ಇರುವುದು.

ಹೀಗೆ ನಮಗೆ ಕಂಡುಬರುವ ರೂಪ ಅಲೆಯು ಮುಂದಕ್ಕೆ ಸಾಗುವುದನ್ನು ತೋರಿಸುತ್ತದೆ. ಒಂದು ಮುಖ್ಯ ಅಂಶವನ್ನು ಗಮನಿಸಬೇಕು. ಅಲೆಯು ಸಾಗುತ್ತಿರುವಾಗ ಅದರ ಮಾರ್ಗದಲ್ಲಿರುವ ನೀರಿನ ಕಣಗಳು ಸ್ಥಿರವಾಗಿ ತಮ್ಮ ತಮ್ಮ ಜಾಗಗಳಿಂದ ಒಯ್ಯಲ್ಪಡುವುದಿಲ್ಲ. ನೀರಿನ ಕಣಗಳು ತಮ್ಮ ಸ್ವಸ್ಥಾನಗಳನ್ನು ಕೇಂದ್ರವಾಗಿಟ್ಟುಕೊಂಡು ಮೇಲಕ್ಕೂ ಕೆಳಕ್ಕೂ ಸ್ಪಂದನಮಾಡುತ್ತಿರುತ್ತವೆ. ಈ ವಿಷಯವನ್ನು

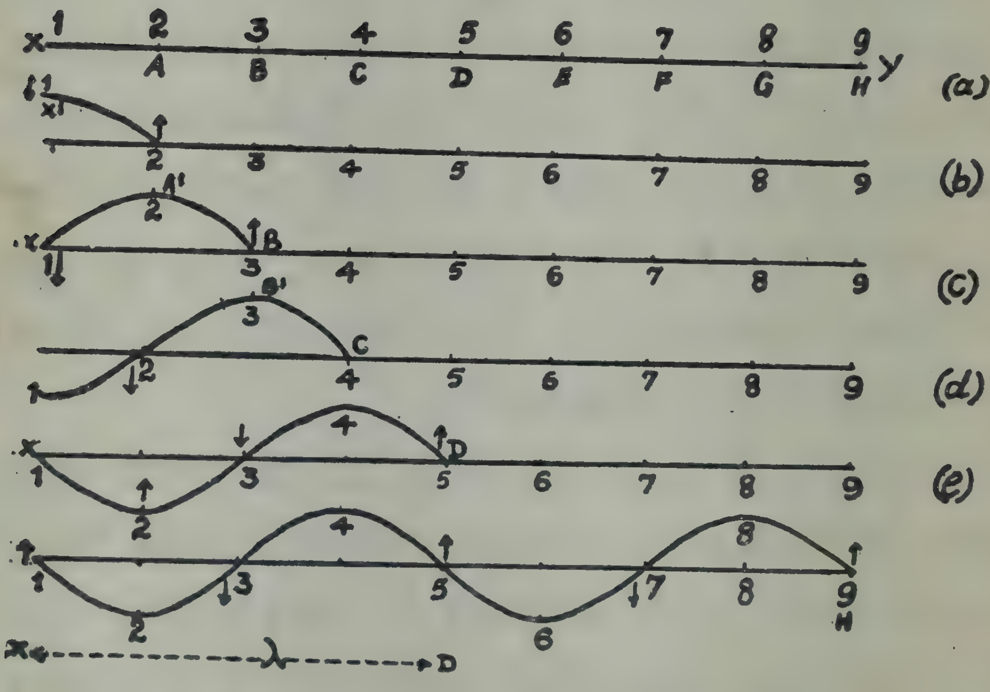
ಸ್ಥಿರಪಡಿಸಬೇಕಾದರೆ ಒಂದು ಸಣ್ಣ ಪ್ರಯೋಗ ಮಾಡಿ ತೋರಿಸಬಹುದು. ಅಲೆಗಳು ಪ್ರಸರಿಸುತ್ತಿರುವ ವೇಳೆಯಲ್ಲಿ ಒಂದು ಸಣ್ಣ ಬೆಂಡಿನ ಚೂರನ್ನು ಎಸೆದರೆ, ಆ ಬೆಂಡು ಮೇಲಕ್ಕೂ ಕೆಳಕ್ಕೂ ಕದಲುವುದೇ ಹೊರತು ಅಲೆಯೊಂದಿಗೆ ಮುಂದೆ ಸಾಗುವುದಿಲ್ಲ. 2 ನೆಯ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ A ಎಂಬ ಜಾಗ ದಲ್ಲಿರುವ ಬೆಂಡು O X ನೇರದಲ್ಲಿ B ಅಥವಾ C ಗಾಗಲಿ ಹೋಗದೆ, ಇದ್ದ ಜಾಗದಲ್ಲೇ ಮೇಲಕ್ಕೂ ಕೆಳಕ್ಕೂ ತೇಲಾ ಡುತ್ತಿರುವುದು.

ಈ ಪ್ರಸಾರ ಕ್ರಮವನ್ನು ಇನ್ನೂ ವಿಶದಪಡಿಸಬೇಕಾದರೆ, ಚಿತ್ರ (3)ನ್ನು ಪರಿಶೀಲಿಸಬಹುದು. XY ಎಂಬ ನೇರದಲ್ಲಿ 1 ರಿಂದ 9ರ ವರೆಗೆ ಇರುವ ಮಧ್ಯವರ್ತಿಯ ಕಣಗಳು ಸಮಾನ ದೂರವುಳ್ಳವುಗಳಾಗಿವೆ ಎನ್ನೋಣ. ಅಂದರೆ, ಒಂದು ಕಣಕ್ಕೂ ಮತ್ತೊಂದು ಕಣಕ್ಕೂ ಇರುವ ಅನುಕ್ರಮವಾದ ದೂರವು ಒಂದೇ. ಹೀಗಿರುವ ಕಣಗಳ ಮೂಲಕ ಒಂದು ಅಲೆಯು ಪ್ರಸಾರವಾಗುವಾಗ ಎಲ್ಲಾ ಕಣಗಳೂ ತಮ್ಮ ತಮ್ಮ ಸ್ವಸ್ಥಾನ ಗಳ ಮೂಲಕ ಕದಲುತ್ತವೆ. ಹೀಗೆ ಕದಲುವುದರಿಂದ ಆಗುವ ಪರಿಣಾಮವನ್ನು ತಿಳಿಯೋಣ.

ಅಲೆಯು X ಎಂಬ ಜಾಗದಿಂದ 2ನೆಯ ಕಣದ ಸ್ಥಾನ ವಾದ A ಎಂಬುದನ್ನು ತಲುಪುವ ಕಾಲದಲ್ಲಿ 1ನೆಯ ಕಣವು X ಇಂದ ಮೇಲಕ್ಕೆ X′ ಹೋಗುತ್ತದೆ. ಈಗ ಕಣಗಳ ಸ್ಥಾನ ಗಳನ್ನೆಲ್ಲಾ ಸೇರಿಸಿದರೆ ಬರುವ ರೇಖೆಯನ್ನು (b) ಅಲ್ಲಿ ತೋರಿ ಸಿದೆ. ಇನ್ನು ಸ್ವಲ್ಪ ಕಾಲವಾದ ಮೇಲೆ ಅಲೆಯು Bಗೆ ಹೋದಾಗ, 2ನೇ ಕಣವು ಉಚ್ಚಸ್ಥಾನವಾದ A′ ಗೂ 1 ನೆಯ ಕಣವು ಮತ್ತೆ Xಗೆ ಬಂದು ಅಧೋಮುಖವಾಗಿ ಹೋಗುವುದ



ಚಿತ್ರ



ಚಿತ್ರ 3 ಅಡ್ಡ ಅಲೆಗಳ ಪ್ರಸಾರಕ್ರಮ

ರಲ್ಲಿಯೂ ಇದೆ. ಈಗಿನ ರೂಪವು (C) ನಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿದೆ. ಇನ್ನೂ ಸ್ವಲ್ಪ ಕಾಲವಾದಮೇಲೆ 3ನೆಯ ಕಣವು ತನ್ನ ಉಚ್ಚ

ಸ್ಥಾನ B′ ಗೆ ಬಂದು 2ನೆಯ ಕಣವು ತನ್ನ ಸ್ವಸ್ಥಾನಕ್ಕೂ, 1ನೆಯ ಕಣವು ಕೆಳಕ್ಕೂ ಹೋಗಿರುತ್ತವೆ. ಈಗಿನ ರೂಪವು (d) ನಲ್ಲಿ ಗುರ್ತಿಸಿದೆ. ಇನ್ನೂ ಸ್ವಲ್ಪ ಕಾಲವಾದ ಮೇಲೆ, ಅಲೆಯು 5ನೆಯ ಕಣದ ಸ್ಥಾನವಾದ D ಗೆ ಬಂದಿರುವಾಗ, 4ನೆಯ ಕಣವು ಮೇಲೂ, 3ನೆಯ ಕಣವು ಸ್ವಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿಯೂ, 2ನೆಯ ಕಣವು ಕೆಳಗೂ, 1ನೆಯ ಕಣವು ತಿರುಗಿ ತನ್ನ ಸ್ವಸ್ಥಾನಕ್ಕೂ ಬಂದಿರುತ್ತವೆ. ಈಗಿನ ರೂಪವು (e) ನಲ್ಲಿರುವಂತಿರುತ್ತದೆ. ಈಗ ನಾವು (a) ನಿಂದ (e) ಗೆ ಬರುವ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಅಲೆಯು X ನಿಂದ D ವರೆಗೆ ಸಾಗಿರುತ್ತದೆ. XD ಎಂಬ ದೂರಕ್ಕೆ ತರಂಗದೂರ ಎಂದು ಹೆಸರು. ಇದನ್ನೇ ವೈಜ್ಞಾನಿಕರು λ ಎಂಬ ಸಂಕೇತದಿಂದ ಗುರ್ತಿಸುತ್ತಾರೆ.

ಅಲೆಯು λ ಎಂಬ ದೂರವನ್ನು ತಲುಪುವ ಕಾಲದಲ್ಲಿ 1ನೆಯ ಕಣವು ಮೇಲಕ್ಕೂ ಕೆಳಕ್ಕೂ ಸ್ಥಾನಭೇದವನ್ನು ಹೊಂದಿ ಒಂದು ಪೂರ್ತಿ ಸ್ಪಂದನವನ್ನು ಮಾಡಿರುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆಯೇ ಅದು ಇನ್ನೊಂದು ಸ್ಪಂದನವನ್ನು ಮಾಡುವ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಅಲೆಯು D ಇಂದ ಹೊರಟು 9ನೆಯ ಕಣದ ಸ್ಥಾನವಾದ Hಗೆ ತಲುಪುತ್ತದೆ. DH ದೂರವೂ λ ಆಗಿಯೇ ಇರುತ್ತದೆ. ಈ ರೀತಿಯಾಗಿ 1ನೆಯ ಕಣವು ಒಂದು ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ 1000 ಸಾರಿ ಸ್ಪಂದನಗಳನ್ನು ಮಾಡುವ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಅಲೆಯು 1000 λ ದೂರವನ್ನು ಹಬ್ಬಿರುತ್ತದೆ.

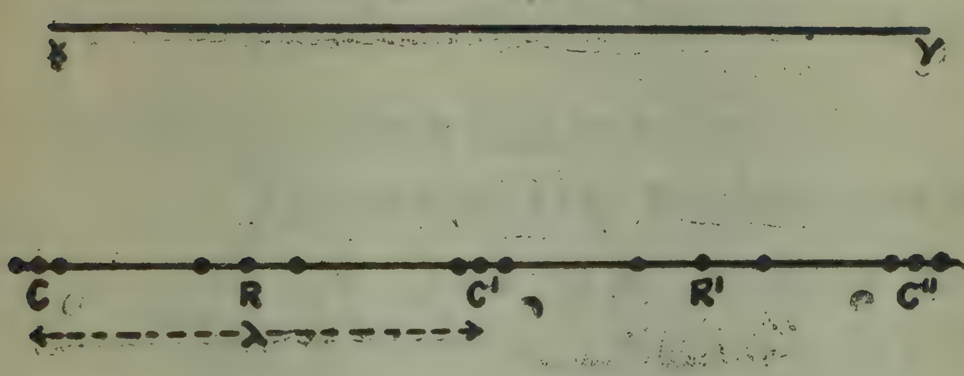
ಹಿಂದೆಯೇ ತಿಳಿಸಿರುವಂತೆ ಒಂದು ಸೆಕೆಂಡಿನಲ್ಲಿ ಆಗುವ ಸ್ಪಂದನಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಗೆ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯೆಂದು ಹೆಸರು. ಇದನ್ನು n ಎಂದು ಕರೆದರೆ, ಅಲೆಯು ಒಂದು ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ ಸಾಗಿರುವ ದೂರವು $n\lambda$ ಆಗಿರುವುದು. ಇದನ್ನು ಅಲೆಯ

ವೇಗ V ಎಂದು ಕರೆದರೆ ನಮಗೆ ಬಹಳ ಮುಖ್ಯವಾದ ಸಮೀಕರಣವು ತಿಳಿದಂತಾಯಿತು. ಅದು $V = n\lambda$ ಅಥವಾ, ಅಲೆಗಳ ವೇಗ= ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆ X ತರಂಗದೂರ. ಹೀಗೆ ಅಲೆಗಳು ಸಾಗುತ್ತಿರುವಾಗ ನಮಗೆ ಕಾಣಬರುವ ರೂಪವು ಚಿತ್ರ (3) ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿದಂತಿರುವುದು. ಉಬ್ಬು ತಗ್ಗುಗಳು ಒಂದು ಕ್ರಮದಲ್ಲಿರುವುವು. ಒಂದು ಉಬ್ಬು ಪ್ರದೇಶಕ್ಕೂ ಮತ್ತೊಂದು ಉಬ್ಬು ಪ್ರದೇಶಕ್ಕೂ ಇರುವ ಅನುಕ್ರಮವಾದ ದೂರವೇ ತರಂಗದೂರ.

ಇದುವರೆಗೂ ತಿಳಿಸಿರುವ ಉದಾಹರಣೆಯಲ್ಲಿ ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ ತುವಂತೆ, ಅಲೆಗಳು ಯಾವ ನೇರದಲ್ಲಿ (XY) ಪ್ರಸಾರವಾಗುತ್ತವೆಯೋ ಆ ನೇರಕ್ಕೆ ಅಡ್ಡಡ್ಡಲಾಗಿ ಎಂದರೆ ಲಂಬದ ನೇರದಲ್ಲಿ ಅದರ ಮಾರ್ಗದಲ್ಲಿರುವ ಕಣಗಳು ಸ್ಪಂದನಮಾಡುತ್ತವೆ. ಇವುಗಳಿಗೆ ಅಡ್ಡ ಅಲೆಗಳು ಎಂದು ಹೆಸರಿಡಬಹುದು. ಈ ಗುಂಪಿಗೆ ಸೇರಿದವುಗಳೇ ಬೆಳಕಿನ ಅಲೆಗಳು.

ಅಲೆಗಳು XY ನೇರದಲ್ಲಿ ಪ್ರಸಾರವಾಗುವಾಗ, ಮಾರ್ಗದಲ್ಲಿರುವ 1, 2, 3, . . . ಕಣಗಳು ಮೇಲಕ್ಕೂ ಕೆಳಕೂ ಸ್ಪಂದಿಸದೆ, X Y ನೇರದಲ್ಲಿಯೇ ಹಿಂದಕ್ಕೂ ಮುಂದಕೂ ಸ್ಪಂದಿಸಬಹುದು. ಹೀಗಿದ್ದರೆ, ಅಲೆಗಳ ಪ್ರಸಾರದ ಪರಿಣಾಮವು ಬೇರೆಯಾಗಿರುವುದು. ಅಲೆಗಳ ಪ್ರಸಾರವಾಗುವಾಗ ಮೊದಲು ಒಂದೊಂದು ಕಣಕ್ಕೂ ಇದ್ದ ಅಂತರವು ಹೆಚ್ಚು ಕಡಮೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಕೆಲವು ಕಡೆ ಕಣಗಳು ಬಹಳ ಒತ್ತಾಗಿಯೂ ಮತ್ತೆ ಕೆಲವು ಕಡೆ ನಿಬಿಡವಾಗಿಯೂ ಇರುವುವು. ಇದರಲ್ಲಿಯೂ ಒಂದು ಕ್ರಮವಿರುತ್ತದೆ. ಚಿತ್ರ (4) ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿರುವಂತೆ, ಇಕ್ಕಟ್ಟಾಗಿರುವ ಪ್ರದೇಶಗಳನ್ನು (C C′. C″,)

ಸಂಕೋಚ ಸ್ಥಳಗಳೆಂದೂ, ವಿರಳವಾಗಿರುವ ಪ್ರದೇಶಗಳನ್ನು



ಚಿತ್ರ 4 ಉದ್ದ (Longitudinal) ಅಲೆಗಳ ಪ್ರಸಾರಕ್ರಮ

(R, R') ವಿಕಾಸ ಸ್ಥಳಗಳೆಂದೂ ಕರೆದರೆ, ಒಂದು ಸಂಕೋಚ ಸ್ಥಳದಿಂದ ಮತ್ತೊಂದು ಸಂಕೋಚ ಸ್ಥಳಕ್ಕೂ ಇರುವ ಅನುಕ್ರಮ ದೂರವು ಒಂದೇ ಆಗಿರುವುದು. ಇದಕ್ಕೆ ತರಂಗದೂರವೆಂದು (λ) ಹೆಸರು. ಈ ತೆರನಾದ ಅಲೆಗಳಿಗೆ ಉದ್ದ ಅಲೆಗಳೆಂದು ಹೆಸರು. ಶಬ್ದವು ಪ್ರಸಾರವಾಗುವಾಗ ಈ ರೀತಿಯಾಗಿಯೇ ಹಬ್ಬುತ್ತದೆ.

ಅಡ್ಡ ಅಲೆಗಳ ಮತ್ತು ಉದ್ದ ಅಲೆಗಳ ರೂಪಗಳಿಗಿರುವ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳನ್ನು ಸುಲಭವಾಗಿ ತಿಳಿಯಬೇಕಾದರೆ ಒಂದು ಸಣ್ಣ ಪ್ರಯೋಗವನ್ನು ಮಾಡಬಹುದು.

ಒಂದು ಉದ್ದವಾದ ದಾರವನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಂಡು ಅದರ ಒಂದು ತುದಿಯನ್ನು ಗೋಡೆಯ ಮೇಲಿರುವ ಒಂದು ಮೊಳೆಗೆ ಕಟ್ಟಿ ನೆಟ್ಟಗೆ ಎಳೆದು ಇನ್ನೊಂದು ಕೊನೆಯನ್ನು ಕೈಯಲ್ಲಿ ಹಿಡಿದು ಬಲವಾಗಿ ಮೀಟಿದರೆ, ದಾರವು ಮೇಲಕ್ಕೂ ಕೆಳಕ್ಕೂ

ಅಲೆಯಾಕಾರದಲ್ಲಿ ಅಲುಗಾಡುವುದು. ಈ ಆಕಾರವು ಹಿಂದೆಯೇ ತಿಳಿಸಿರುವ ಉಬ್ಬುತಗ್ಗುಗಳನ್ನೊಳಗೊಂಡ ಅಡ್ಡ ಅಲೆಗಳ ರೂಪವೇ.

ಒಂದು ಉದ್ದವಾದ ತಂತಿಯ ಸುರಳಿಯನ್ನು ಅದರ ಅಕ್ಷವು ಸಮತಲವಾಗಿರುವಂತೆ ನೇತುಹಾಕಿದೆಯೆನ್ನೋಣ. ಇದರ ಒಂದು ತುದಿಯನ್ನು ಸ್ವಲ್ಪ ಒಳಕ್ಕೆ ತಳ್ಳಿ ಅದುಮಿಬಿಟ್ಟರೆ, ಸುರುಳಿಯ ಆಕಾರವು ಸ್ವಲ್ಪ ಬದಲಾಯಿಸುವುದು. ಅದುಮಿದ ಕೊನೆಯಿಂದ ಒಂದು ಸ್ಫುರಣ (Pulse)ವು ಹೊರಟು ಒಂದು ವಿಧವಾದ ಒತ್ತುವಿಕೆಯು ಸುರಳಿಯ ಉದ್ದಕ್ಕೂ ಪ್ರಸಾರವಾಗುವುದನ್ನು ನೋಡಬಹುದು. ಇದೇ ರೀತಿಯಾಗಿ ಆ ಸುರಳಿಯ ಒಂದು ಕೊನೆಯನ್ನು ಸುಮ್ಮನೆ ಅದುಮುವುದರ ಬದಲು, ಒಂದು ಕ್ರಮವನ್ನನುಸರಿಸಿ ಎಳೆಯುತ್ತ ಅದುಮುತ್ತ ಹೋದರೆ ಸುರಳಿಯ ಆಕಾರವು ಬದಲಾವಣೆ ಹೊಂದುತ್ತದೆ. ಕೆಲವು ಕಡೆ ಅದರ ಎಳೆಗಳು ಒತ್ತಾಗಿಯೂ ಮತ್ತೆ ಕೆಲವು ಕಡೆ ವಿರಳ ವಿರಳವಾಗಿಯೂ ಇರುವುವು. ಇವನ್ನು ನೋಡಿದರೆ ಹಿಂದಿನ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ಸಂಕೋಚ ವಿಕಾಸಗಳನ್ನೊಳಗೊಂಡ ಉದ್ದ ಅಲೆಗಳ ಸ್ವರೂಪವು ಜ್ಞಾಪಕಕ್ಕೆ ಬರುತ್ತದೆ. ಪ್ರಸಾರ ರಚನೆಯಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಿದ್ದಾಗ್ಯೂ, ಹಿಂದೆಯೇ ತಿಳಿಸಿದ $V = n\lambda$ ಎಂಬ ಸಮೀಕರಣ ಇಲ್ಲಿಯೂ ಅನ್ವಯಿಸುತ್ತದೆ.

೪ ಅಲೆಗಳ ಚಲನೆಯ ಸಮೀಕರಣ

ಸಾಮಾನ್ಯವಾದ ಬೆಳಕು X ಕಿರಣಗಳು, ಅತಿ ಊದ ಕಿರಣಗಳು—ಇವುಗಳನ್ನು 'ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ' ಅಲೆಗಳ ಬೇರೆ

ಬೇರೆ ರೂಪಗಳನ್ನಾಗಿ ತಿಳಿಯಬಹುದು ಎಂಬುದಾಗಿ ಮೊದಲೇ ಸೂಚಿಸಿದೆ. ಇದು ಹೇಗೆಂಬುದನ್ನು ಈಗ ವಿಚಾರಮಾಡೋಣ.

1. ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ಅಲೆಗಳೆಲ್ಲವನ್ನೂ ಅಡ್ಡ ಅಲೆಗಳ ಗುಂಪಿಗೆ ಸೇರಿಸಬಹುದು.

2. ಈ ಅಲೆಗಳಿಗೆಲ್ಲಾ ಇರುವ ವೇಗವು ಒಂದೇ. ಇದು ಬೆಳಕಿನ ವೇಗ ಅಂದರೆ ಒಂದು ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ 1,86,000 ಮೈಲಿಗಳಷ್ಟು ದೂರ ಪ್ರಸರಿಸುತ್ತವೆ. ಆಕಾಶವಾಣಿಯ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಹಬ್ಬುವ ವೈರ್ಲೆಸ್ ಅಲೆಗಳೂ ಬೆಳಕಿನ ವೇಗದಲ್ಲಿಯೇ ಪ್ರಯಾಣಮಾಡುತ್ತವೆ. ಶಾಖದ ಅಲೆಗಳಿಗೂ ಕೂಡ ಇದೇ ವೇಗವೇ. ಆದುದರಿಂದಲೇ ಸೂರ್ಯನಿಂದ ಹೊರಟ ಶಾಖವೂ ಬೆಳಕೂ ನಮ್ಮ ಭೂಮಿಯನ್ನು ಏಕಕಾಲದಲ್ಲಿ ತಲಪುತ್ತವೆ.

3. ಈ ಅಲೆಗಳು ಪ್ರಸಾರವಾಗಬೇಕಾದರೆ, ಬೆಳಕಿಗೆ ಯಾವ ವಿಧವಾದ ಈಥರ್ ಎಂಬ ಮಧ್ಯವರ್ತಿಯನ್ನು ಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರು ಕಲ್ಪಿಸಿದ್ದಾರೆಯೋ ಅದೇ ಈಥರ್ ಇವುಗಳೆಲ್ಲಕ್ಕೂ ಮಧ್ಯವರ್ತಿಯಾಗಿರಬಲ್ಲುದು,

4. ಅಲೆಗಳ ವೇಗವೂ, ಅವುಗಳ ಮಧ್ಯವರ್ತಿಯೂ ಎಲ್ಲಾ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ಅಲೆಗಳಿಗೂ ಒಂದೇ ಆಗಿದ್ದರೂ, ಅವುಗಳ ವಿವಿಧರೂಪಗಳಿಗಿರುವ ಮುಖ್ಯ ವ್ಯತ್ಯಾಸವೆಂದರೆ ಅವುಗಳ ತರಂಗದೂರ (λ). ಈ ಅಂಶವೇ ಬಹಳ ಮುಖ್ಯವಾದದ್ದು, ತರಂಗದೂರದ ವ್ಯತ್ಯಾಸ ಎಂತಹುದು ಎಂಬುದು ತಿಳಿಸಿ, ಎಲ್ಲ ರೂಪಗಳನ್ನೂ ಸಮನ್ವಯಪಡಿಸಿರುವುದೇ ಆಧುನಿಕ ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರದ ಮುಖ್ಯ ಉಪಕಾರ. ಆದುದರಿಂದ ಈ ಅಂಶವನ್ನು ಸ್ವಲ್ಪ ತಿಳಿಯುವುದು ಆವಶ್ಯಕ.

ಮೇಲೆ ತಿಳಿಸಿದ ಸಮೀಕರಣವನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಂಡರೆ, V ಎಂಬ ವೇಗಕ್ಕೆ 186,000 ಮೈಲಿಗಳು ಅಥವಾ 3×10^{10} ಸೆಂಟಿಮೀಟರ್ ಎಂದರೆ 3000 ಕೋಟಿ ಸೆಂಟಿಮೀಟರ್ (1 ಅಂಗುಲ=2·54 ಸೆಂ. ಮೀ.) ಗಳೆಂದು ಇಟ್ಟುಕೊಳ್ಳಬೇಕು. ಒಂದೊಂದು ಜಾತಿಯ ಅಲೆಗಳಿಗೂ ತರಂಗದೂರವು (λ) ಬೇರೆಯಾಗಿರುವುದರಿಂದ, ಅದಕ್ಕೆ ಅನುಗುಣವಾಗಿ n ಅಥವಾ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯೂ ಬದಲಾಯಿಸುವುದು. λ ಎರಡರಷ್ಟಾದರೆ, n ಅರ್ಧವಾಗಬೇಕು.

5. ಮೊದಲು ಕಣ್ಣಿಗೆ ಕಾಣುವ ಬೆಳಕನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳೋಣ. ಬಿಳಿಯ ಬೆಳಕನ್ನು ಒಂದು ಗಾಜಿನ ಅಶ್ರಗ (Prism) ದ ಮೂಲಕ ಹಾಯಿಸಿದರೆ, ಅದರಿಂದ ಹೊರಡುವ ಬೆಳಕು ಬಣ್ಣ ಬಣ್ಣವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಕಾಮನ ಬಿಲ್ಲಿನಲ್ಲಿ ಕಾಣುವ ಕೆಂಪು, ನೀಲಿ, ಹಳದಿ, ಹಸುರು ಮುಂತಾದ ಬಣ್ಣಗಳು ಇಲ್ಲಿ ಕಾಣುತ್ತವೆ. ಒಂದು ಅಂಚಿನಲ್ಲಿ ಕೆಂಪು ಬಣ್ಣವೂ, ಇನ್ನೊಂದು ಅಂಚಿನಲ್ಲಿ ಊದಬಣ್ಣವೂ ಕಾಣುವುವು. ಇವುಗಳೆರಡರ ಮಧ್ಯದಲ್ಲಿ ನೀಲಿ, ಹಳದಿ, ಹಸರು, ಬಣ್ಣಗಳಿರುತ್ತವೆ. ಈ ವರ್ಣಸಮೂಹವನ್ನು ದೃಶ್ಯರೋಹಿತ ಎಂದು ಕರೆಯಬಹುದು.

ಈ ವರ್ಣಸಮೂಹದಲ್ಲಿ ಸಾಧಾರಣ ಮನುಷ್ಯನ ಕಣ್ಣುಗಳಿಗೆ ಯಾವುವು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಬಣ್ಣಗಳಾಗಿ ಕಾಣಬರುವುವೋ, ಅವುಗಳನ್ನೇ ಭೌತಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ತರಂಗದೂರದ ಅಲೆಗಳನ್ನಾಗಿ ಭಾವಿಸುತ್ತಾರೆ. ಪ್ರಯೋಗಗಳ ಮೂಲಕ ಒಂದೊಂದು ಬಣ್ಣಕ್ಕೂ ಒಂದೊಂದು ತರಂಗದೂರವನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಈ ತರಂಗದೂರಗಳು ಬಹಳ ಕಡಮೆ ಪ್ರಮಾಣವುಳ್ಳವಾಗಿವೆ ಉದಾಹರಣೆ—

ಬಣ್ಣ	ತರಂಗದೂರ
ಕೆಂಪು	6708×10^{-8} ಸೆಂ. ಮೀ
ಹಳದಿ	8896×10^{-8} ಸೆಂ. ಮೀ
ಹಸರು	5461×10^{-8} ಸೆಂ. ಮೀ
ನೀಲಿ	4563×10^{-8} ಸೆಂ. ಮೀ
ಊದಾ	3900×10^{-8} ಸೆಂ. ಮೀ

ಆದುದರಿಂದ ಕೆಂಪು ಅಂಚಿನಿಂದ ಊದಾ ಅಂಚಿಗೆ ಹೋಗುವಾಗ ತರಂಗ ದೂರವು ಕಡಮೆಯಾಗುತ್ತ ಹೋಗುವುದು.

ಕಡಮೆ ಪ್ರಮಾಣಗಳನ್ನು ಸೂಚಿಸಲು ವಿಜ್ಞಾನ ಶಾಸ್ತ್ರದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಮಾನವಿದೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಆಂಗ್‌ಸ್ಟ್ರಾಂ (Angstrom) ಮಾನವೆಂದು ಹೆಸರು, $\frac{1}{100000000}$ ಸೆಂ.ಮೀ. ಎಂದರೆ ಒಂದು ಸೆಂಟಿಮೀಟರನ್ನು 10 ಕೋಟಿಯಿಂದ ಭಾಗಿಸಿದರೆ ಬರುವ ಭಾಗಲಬ್ಧ. ಇದನ್ನು 10^{-8} ಸೆಂ.ಮೀ. ಎಂದು ಸೂಚಿಸುತ್ತಾರೆ. ಈ ಮಾನದ ಪ್ರಕಾರ ಕೆಂಪು ಬಣ್ಣದ ಬೆಳಕಿನ ಅಲೆಗಳ ತರಂಗ ದೂರವನ್ನು 7000 ಆಂ. ಮಾ. ವೆಂದೂ, ಹಳದಿಯ ಅಲೆಗಳ ತರಂಗದೂರವನ್ನು 5900 ಆಂ. ಮಾ. ವೆಂದೂ, ಹಸುರು ಅಲೆಗಳ ದೂರವನ್ನು 5400 ಆಂ. ಮಾ. ವೆಂದೂ ಹೇಳಬಹುದು.

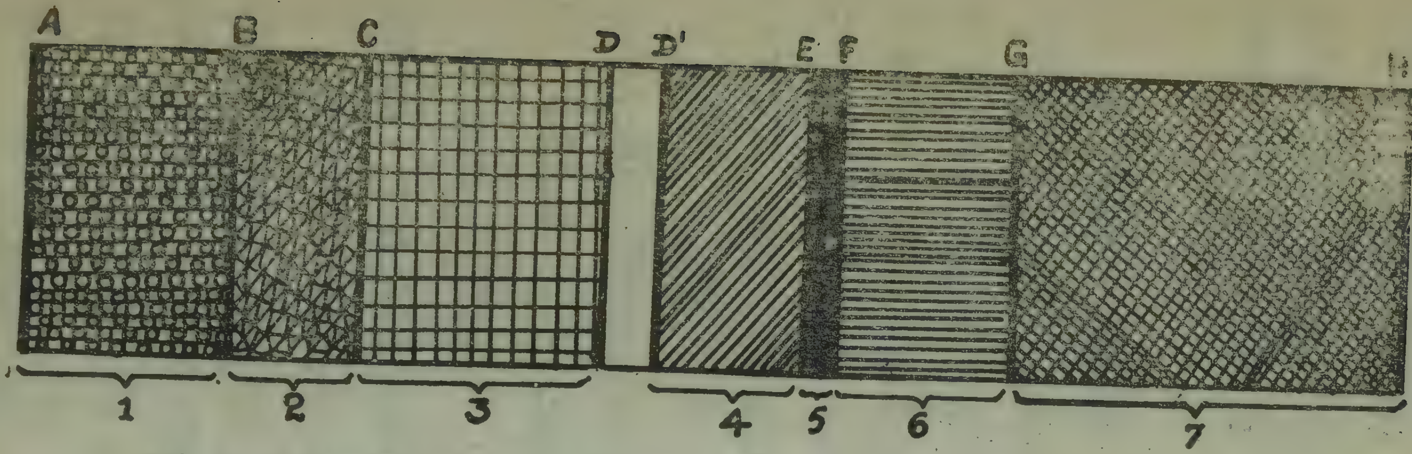
ಈ ರೀತಿಯಾಗಿ ದೃಶ್ಯರೋಹಿತದಲ್ಲಿ ಕಾಣಬರುವ ಒಂದೊಂದು ಬಣ್ಣಕ್ಕೂ ಒಂದೊಂದು ತರಂಗದೂರವನ್ನು ಸೂಚಿಸುತ್ತಾ ಹೋದರೆ, ಕೆಂಪು ಅಂಚಿನ ಕೊನೆಯ ತರಂಗ ದೂರವು ಸುಮಾರು 7500 ಆಂ. ಮಾ. ವೂ, ಊದ ಅಂಚಿನ ಕೊನೆಯು ಸುಮಾರು 4000 ಆಂ. ಮಾ. ವೂ ಇರುವುದು.

6. ಈಗ ಒಂದು ಪ್ರಶ್ನೆಯು ಸ್ವಾಭಾವಿಕವಾಗಿ ಹುಟ್ಟುತ್ತದೆ; ಕೆಂಪು ಅಂಚಿನಿಂದ ಆಚೆಗೆ ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ತರಂಗದೂರ

ವುಳ್ಳ ಅಲೆಗಳೂ ಊದ ಅಂಚಿನಿಂದ ಕೆಳಗೆ ಕಮ್ಮಿ ತರಂಗ ದೂರವುಳ್ಳ ಅಲೆಗಳೂ ಯಾವುವೂ ಇಲ್ಲವೇ ? ಈ ಪ್ರಶ್ನೆಗೆ ವೈಜ್ಞಾನಿಕರು ಇವೆ ಎಂಬುದಾಗಿ ಉತ್ತರವೀಯುತ್ತಾರೆ. ಆದರೆ ಈ ಅಲೆಗಳು ಕಣ್ಣಿಗೆ ಗೋಚರವಾಗದವು ಬೇರೆ ಸಾಧನ ಗಳಿಂದ ಅವುಗಳ ಇರುವಿಕೆಯನ್ನು ಪತ್ತೆ ಹಚ್ಚಬಹುದು.

ಕೆಂಪು ಅಂಚಿನಿಂದ ಆಚೆಗೆ ಹೆಚ್ಚಾದ ತರಂಗದೂರವುಳ್ಳ ಅಲೆಗಳೇ ಶಾಖದ ಅಲೆಗಳು. ಇವಕ್ಕೇ ಇರ್ಫ್ರಾರೆಡ್ (Infra-red) ಅಲೆಗಳು ಎಂದು ಹೆಸರು. ಇವುಗಳ ವ್ಯಾಪ್ತಿಯು 7500 ಆಂ.ಮಾ. ದಿಂದ ಹಿಡಿದು ಸುಮಾರು 400,000 ಆಂ. ಮಾ. ವರೆಗೆ (ಚಿತ್ರ 5)—ಬೆಳಕಿನ ಅಲೆಗಳು ಹೇಗೆ ಕಣ್ಣಿಗೆ ಗೋಚರವಾಗುವುವೋ ಹಾಗೆಯೇ ಶಾಖದ ಅಲೆಗಳು ನಮ್ಮ ಸ್ಪರ್ಶೇಂದ್ರಿಯಕ್ಕೆ ಗೋಚರವಾಗುವುವು.

ಶಾಖದ ಅಲೆಗಳ ಪರಮಾವಧಿಯಾದ 400, 000 ಅಂ. ಮಾ. ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಾದ ತರಂಗದೂರವುಳ್ಳ ಅಲೆಗಳೂ ಇವೆ. ಇವುಗಳೇ ಆಕಾಶವಾಣಿಯ ಅಲೆಗಳು. ಇವುಗಳನ್ನೇ ವೈರ್ಲೆಸ್ ನಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸಲಾಗುವುದು. ಇವುಗಳ ತರಂಗದೂರವು 1000 ಸೆಂ. ಮೀ. ಗಳಿಂದ ಹಿಡಿದು 2,00,000 (2 ಲಕ್ಷ) ಸೆಂ. ಮೀ. ವರೆಗೂ ಇರುವುದು. ಬೆಳಕಿನ ಅಲೆಗಳ ತರಂಗ ದೂರವನ್ನು ಈ ಅಲೆಗಳ ತರಂಗದೂರಕ್ಕೆ ಹೋಲಿಸಿದರೆ ವ್ಯತ್ಯಾ ಸವು ಅಜಗಜಾಂತರವಾಗಿರುವುದು. ಈಗ ಒಂದು ನೀಲಿ ಬೆಳ ಕಿನ ಅಲೆಯ ತರಂಗದೂರವು 4000 ಆಂ. ಮಾ. ಎಂದೆಣಿ ಸ್ಕೋಣ ಅಂದರೆ ಅದು $\frac{4000}{100000000}$ ಸೆಂ. ಮೀ. ಆಯಿತು. ಒಂದು ಸೆಂ. ಮೀ. ಉದ್ದದಲ್ಲಿ 25,000 ಅಲೆಗಳನ್ನು ಅಡ ಗಿಸಬಹುದು. ಮದರಾಸ್ ಆಕಾಶವಾಣಿಯಿಂದ ಹೊರಡುವ



ಚಿತ್ರ 5–ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ (Electromagnatic) ಅಲೆಗಳ ವಿವಿಧರೂಪಗಳು

AB ವಿಶ್ವಕಿರಣಗಳು ತರಂಗದೂರದ ಅವಧಿಗಳು 10^{-12} ಸೆಂ.ಮೀ. ವರೆವಿಗೆ

BC/Y-ಕಿರಣಗಳು 10^{-9} ಸೆಂ. ಮೀ. ಕಿಂತ ಕಡಮೆ

CD X-ಕಿರಣಗಳು 10^{-7} ರಿಂದ 10^{-8} ಸೆಂ. ಮೀ.

DE' ಅಲ್ಟ್ರವಯಲೆಟ್ 136 ಅ.ಮಾ. ಇಂದ 4000 ಅಂ ಮಾ. ದವರೆಗೆ

EF ದೃಶ್ಯರೋಹಿತ (ಬೆಳಕು) (4000–7500 ಅ. ಮಾ.)

FG ಇನ್‌ಫ್ರಾರೆಡ್ (ಶಾಖದಅಲೆಗಳು) ತರಂಗ ದೂರದ ಅವಧಿಗಳು 7500 ಅಂ, ಮಾ. ಇಂದ 4.00000 ಅ. ಮಾ. ವರೆವಿಗೆ

GH ಹರ್‌ಟ್ಜ್— ವೈರ್ಲೆಸ್ ಮುಂತಾದ ಅಲೆಗಳು 10^{-3} ಸೆಂ.ಮೀ. ಇಂದ 2,000,00 ಸೆಂ.ಮೀ. ವರೆವಿಗೆ

I ಅಂ. ಮಾ= 10^{-8} ಸೆಂ. ಮೀ.

ವೈರ್ಲೆಸ್ ಅಲೆಗಳು ಸುಮಾರು 4946 ಸೆಂ. ಮೀ. ಉದ್ದವಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಅಂದರೆ, ತರಂಗ ದೂರವು ಸುಮಾರು 162 ಅಡಿ. 1 ಸೆಂ· ಮೀ. ನಲ್ಲಿ 25,000 ಅಲೆಗಳೆಂದರೇನು ? 162 ಅಡಿಗಳ ಉದ್ದದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಅಲೆಯೆಂದರೇನು ? ಇವೆರಡಕ್ಕೂ ಇರುವ ಅಗಾಧ ವ್ಯತ್ಯಾಸವೇ ಬೆಳಕಿಗೂ ವೈರ್ಲೆಸ್ ಅಲೆಗಳಿಗೂ ಇರುವ ವ್ಯತ್ಯಾಸ·

ಈಗ ದೃಶ್ಯರೋಹಿತದ ಊದ ಅಂಚಿನಿಂದ ಕೆಳಗೆ ಇರುವ ಕಡಮೆ ತರಂಗದೂರದ ಅಲೆಗಳೇ ಅಲ್ಟ್ರವಯಲೆಟ್ ಅಲೆಗಳು. ಇವುಗಳ ವ್ಯಾಪ್ತಿಯು 4000 ಆಂ. ಮಾ. ದಿಂದ ಹಿಡಿದು ಸುಮಾರು 136 ಆಂ. ಮಾ. ವರೆಗೆ ಇರುವುದು ಇವು ಕಣ್ಣಿಗೆ ಕಾಣದ ಬೆಳಕುಗಳು. ಇವುಗಳ ಪ್ರಭಾವವು ಬಹಳ ಹೆಚ್ಚಿನದು. ಇದನ್ನು ಬೇರೆ ಅಧ್ಯಾಯದಲ್ಲಿ ವಿಶದವಾಗಿ ತಿಳಿಸಲಾಗುತ್ತೆ.

ಅಲ್ಟ್ರವಯಲೆಟ್ ಅಲೆಗಳಿಗಿಂತ ಕಡಮೆ ತರಂಗದೂರವುಳ್ಳವು X —ಕಿರಣಗಳು ತರಂಗದೂರವು ಸುಮಾರು 10 ಆಂ. ಮಾ. ದಿಂದ ಹಿಡಿದು 0.1 ಅಥವಾ $\frac{1}{10}$ ಆಂ. ಮಾ. ವರೆಗೆ ಇರುವುದು. ಇವುಗಳ ಉಪಯೋಗಗಳನ್ನು ತಿಳಿಸಲು ಒಂದು ಅಧ್ಯಾಯವನ್ನೇ ಮೀಸಲಾಗಿಡಲಾಗಿದೆ.

X ಕಿರಣಗಳಿಗಿಂತ ಕಡಮೆ ತರಂಗದೂರವುಳ್ಳ ಗಾಮಾ ಕಿರಣಗಳೂ, ಅವುಗಳಿಗಿಂತ ಕಡಮೆ ತರಂಗದೂರವುಳ್ಳ ವಿಶ್ವ ಕಿರಣಗಳೂ ಇವೆ. ಈಗ ತಿಳಿದು ಬಂದಿರುವ ಅಲೆಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಕನಿಷ್ಠ ತರಂಗದೂರವುಳ್ಳವು — $\frac{1}{1000}$, $\frac{1}{10000}$ ಆಂ. ಮಾ. ದಷ್ಟು ಕಡಮೆಯಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಇವುಗಳ ವಿವರಗಳನ್ನೂ ಮುಂದೆ ತಿಳಿಸಲಾಗುತ್ತದೆ.

7. ಇದುವರೆಗೂ ಸೂಚಿಸಿರುವ ವಿಷಯಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದು ಅಂಶ ಗಮನಾರ್ಹವಾದುದು. ಬೆಳಕು, ಶಾಖ, X-ಕಿರಣಗಳು, ವೈರ್ಲೆಸ್ ಅಲೆಗಳು-ಇವುಗಳಿಗಿರುವ ವ್ಯತ್ಯಾಸ ತರಂಗದೂರದಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ. ಇವೆಲ್ಲವನ್ನು ತರಂಗದೂರದ ಪಟ್ಟಿಯಲ್ಲಿ ಕೂಡಿಸಿದರೆ ಚಿತ್ರ(5) ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿರುವಂತಿರುವುದು. ಈ ರೋಹಿತ (Spectrum)ದ ಒಂದು ಕೊನೆಯಲ್ಲಿ ಸಾವಿರಾರು ಅಡಿಗಳ ತರಂಗದೂರವುಳ್ಳ ವೈರ್ಲೆಸ್ ಅಲೆಗಳೂ ಇನ್ನೊಂದು ಕೊನೆಯಲ್ಲಿ 10^{-12} ಸೆಂ, ಮೀ. [ಒಂದು ಸೆಂ. ಮೀ- ನ್ನು ಒಂದುಲಕ್ಷ ಕೋಟಿಯಿಂದ ಭಾಗಿಸಿದರೆ ಬರುವ ಅತ್ಯಲ್ಪ ಪ್ರಮಾಣ] ತರಂಗದೂರವುಳ್ಳ ವಿಶ್ವಕಿರಣಗಳು. ಈ ಅಖಂಡ ಪಂಕ್ತಿಯಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿನ ದೃಶ್ಯರೋಹಿತದ ವ್ಯಾಪ್ತಿಯಾದರೋ ಅತ್ಯಲ್ಪ. ಕಣ್ಣಿಗೆ ಕಾಣುವ ಅಲೆಗಳ ವ್ಯಾಪ್ತಿಯು 1 ಭಾಗವಾದರೆ, ಕಣ್ಣಿಗೆ ಗೋಚರವಾಗದ ಮಿಕ್ಕೆಲ್ಲ ಅಲೆಗಳ ವ್ಯಾಪ್ತಿಯು ಇದರ ಕೋಟ್ಯನುಕೋಟಿಯಷ್ಟು ಇರುತ್ತದೆ

8. ಈ ಪಟ್ಟಿಯನ್ನು ನೋಡಿದರೆ ಇನ್ನೊಂದು ಮುಖ್ಯ ಅಂಶವು ಹೊಳೆಯುವುದು. ಅಲೆಗಳ ತರಂಗದೂರವು ಹೆಚ್ಚಿದಂತೆಲ್ಲಾ ಅವುಗಳಲ್ಲಡಗಿರುವ ಶಕ್ತಿಯು ಕಡಮೆಯಾಗುತ್ತ ಹೋಗುವುದು. ಶಾಖದ ಅಲೆಗಳ ತರಂಗದೂರಗಳು ಬೆಳಕಿನ ಅಲೆಗಳ ತರಂಗದೂರಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚು. ಆದುದರಿಂದ ಅವುಗಳ ತೀಕ್ಷ್ಣತೆಯೂ ಕಡಮೆ. ಒಂದು ಕಬ್ಬಿಣದ ತುಂಡನ್ನು ಹೆಚ್ಚು ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಕಾಯಿಸಿದರೆ, ಅದು ಬಹಳ ಕೆಂಪಾಗುವುದು, ಶಾಖವೂ ಹೆಚ್ಚಾಗುವುದು. ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚು ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಅದನ್ನು ಕಾಯಿಸಿದರೆ. ಕೊನೆಗೆ ಅದರಿಂದ ಒಂದು ಬೆಳಕಿನ ಪ್ರಕಾಶವು (White hot) ಹೊರಡುವುದು. ಬೆಳಕಿನ ಅಲೆಗಳ ಶಕ್ತಿಯು

ಶಾಖದ ಅಲೆಗಳವುಗಳಿಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚಿನ ಮಟ್ಟದ್ದು. ಶಾಖದ ಅಲೆಗಳಿಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ತರಂಗದೂರವುಳ್ಳ ವೈರ್ಲೆಸ್ ಅಲೆಗಳ ಶಕ್ತಿಯು ಇನ್ನೂ ಕಡಮೆ.

ಬೆಳಕಿನ ಅಲೆಗಳಿಗಿಂತ ಅಲ್‌ಟ್ರವಯಲೆಟ್ ಬೆಳಕಿಗೆ ಶಕ್ತಿ ಹೆಚ್ಚು. ಏಕೆಂದರೆ ಅದರ ತರಂಗದೂರವು ಕಡಮೆ. ಇವುಗಳಿಗಿಂತ ಕಡಮೆ ತರಂಗದೂರವುಳ್ಳ X—ಕಿರಣಗಳ ತೀಕ್ಷ್ಣತೆ ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚು. ಇವುಗಳು ಮಾಂಸಖಂಡಗಳ ಮೂಲಕ ಸುಲಭವಾಗಿ ಹಾಯಬಲ್ಲುವು. ಮೂಳೆಗಳಿಂದ ಮಾತ್ರ ತಡೆಯಲ್ಪಡುತ್ತವೆ. ಗಾಮಾಕಿರಣಗಳು ಪರಮಾಣುವನ್ನು ಭೇದಿಸುವಷ್ಟು ಶಕ್ತಿಯುಳ್ಳವು ವಿಶ್ವಕಿರಣಗಳಾದರೋ ಬಹಳ ಕಡಮೆ ತರಂಗದೂರವುಳ್ಳವುಗಳಾದುದರಿಂದ ಅತ್ಯಂತ ತೀಕ್ಷ್ಣವಾದುವು.

ಇನ್ನು ಮೇಲೆ ಹೇಳಿದ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ಅಲೆಗಳ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ರೂಪವಿಶೇಷಗಳನ್ನು ಒಂದೊಂದಾಗಿ ತೆಗೆದುಕೊಂಡು ಅವುಗಳ ಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನೂ ಅವುಗಳಿಂದ ನಮ್ಮ ನಿತ್ಯಜೀವನದಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬಂದಿರುವ ಕೆಲವು ಮುಖ್ಯ ಉಪಯೋಗಗಳನ್ನೂ ತಿಳಿಸಲು ಯತ್ನಮಾಡಲಾಗಿದೆ.

೫ ಬೆಳಕಿನ ಅಲೆಗಳು

ಬೆಳಕಿನ ಸ್ವರೂಪವನ್ನು ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳಲು ಇದುವರೆಗೂ ನಡೆದಿರುವ ಶಾಸ್ತ್ರೀಯ ಸಂಶೋಧನೆಗಳನ್ನು ವಿಮರ್ಶಿಸಿದಲ್ಲಿ ಎರಡು ಮುಖ್ಯ ಅಂಶಗಳು ಹೊರಬೀಳುವುವು. ಬೆಳಕು ಎಂದರೆ ಅದು ಒಂದು ವಿಧವಾದ ಸತ್ವ (Energy). ಇದು

ಒಂದು ಗೊತ್ತಾದ ಪ್ರಮಾಣಗಳಲ್ಲಿ ನಿರ್ದಿಷ್ಟರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಪ್ರಸರಿಸುತ್ತದೆ ಎಂಬ ತತ್ತ್ವಕ್ಕೆ ಆಧಾರವಾಗಿ ಹಲವು ಪ್ರಯೋಗಗಳಿವೆ. ಬೆಳಕು ಒಂದು ವಿಧವಾದ ಅಲೆಗಳ ಸ್ವರೂಪವನ್ನು ಹೊಂದಿ ವಿಸ್ತರಿಸುತ್ತದೆ. ಎಂಬುದಕ್ಕೆ ಆಧಾರವಾಗಿಯೂ ಕೆಲವು ಪ್ರಯೋಗಗಳಿವೆ. ಅಂದರೆ ಬೆಳಕಿನ ಸ್ವರೂಪದಲ್ಲಿ ಒಂದು ದ್ವೈಧೀಭಾವವಿರುವಂತೆ ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ. ಇತ್ತೀಚೆಗೆ ಈ ಎರಡು ತತ್ತ್ವಗಳನ್ನೂ ಸಮನ್ವಯ ಮಾಡಲು ಪ್ರಯತ್ನಗಳು ನಡೆಯುತ್ತಿವೆ.*

ಮೇಲೆ ಹೇಳಿದಂತೆ ಬೆಳಕು ಅಲೆಗಳ ಸ್ವರೂಪದಲ್ಲಿ ವಿಸ್ತರಿಸಬೇಕು ಎಂಬುದಕ್ಕೆ ಕೆಲವು ಮುಖ್ಯ ಲಕ್ಷಣಗಳ ಆಧಾರವಿದೆ: ಪ್ರಕೃತದಲ್ಲಿ ನಮಗೆ ಬೇಕಾಗಿರುವುದು ಅಲೆಗಳ ವಿಚಾರವಾಗಿರುವುದರಿಂದ ಈ ಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ತೋರ್ಪಡಿಸುವ ಸಣ್ಣ ಸರಳ ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನು ಮೊದಲು ತಿಳಿಯಪಡಿಸಿದೆ. ತರುವಾಯ ಈ ತಿಳಿವಳಿಕೆಯಿಂದ ನಮ್ಮ ನಿತ್ಯಜೀವನದಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬಂದಿರುವ ಕೆಲವು ಮುಖ್ಯ ಉಪಯೋಗಗಳನ್ನು ಸೂಚಿಸಲಾಗಿದೆ.

ಮೇಲೆ ತಿಳಿಸಿದ ಮೂರು ಮುಖ್ಯ ಲಕ್ಷಣಗಳು ಯಾವುವೆಂದರೆ—

(1) ದ್ಯುತಿಪ್ರತಿರೋಧ (Interference of Light)

2) ದ್ಯುತಿನಮನ (Diffiraction) ಮತ್ತು

(3) ಏಕಪಕ್ಷಸ್ಪಂದನ (Polarization)

---

*ಈ ವಿಚಾರದಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ವಿಷಯಗಳನ್ನು ತಿಳಿಯಬೇಕಾದರೆ, ಈ ಪುಸ್ತಕಮಾಲೆಯ 16 ನೆಯದಾಗಿ ಬಂದಿರುವ "ಬೆಳಕು" ಎಂಬ ಪುಸ್ತಕವನ್ನು ನೋಡಬಹುದು.

1 ದ್ಯುತಿ ಪ್ರತಿರೋಧ—(Interference of Light)-

ಎರಡು ಪ್ರತ್ಯೇಕ ಮೂಲಸ್ಥಾನಗಳಿಂದ (Sources) ಹೊರಟ ಬೆಳಕಿನ ರಶ್ಮಿಗಳು ಪ್ರಸರಿಸಿ, ಒಂದು ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿ ಸಂಧಿಸಿದರೆ, ಕೆಲವು ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಕತ್ತಲೆಯಾಗುವ ಸಂಭವ ವಿದೆ ಎಂದು ಹೇಳಿದರೆ ನಮ್ಮ ಸಾಮಾನ್ಯ ಅನುಭವಕ್ಕೆ ವಿರೋಧವಾಗಿರುವುದರಿಂದ ನಂಬಲು ಕಷ್ಟವಾಗುತ್ತದೆ. ಆದರೆ ಈ ಅಂಶ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ಸ್ಥಿರಪಟ್ಟಿರುವುದ ರಿಂದ ನಾವು ವೈಜ್ಞಾನಿಕ ದೃಷ್ಟಿಯಿಂದ ಕಾರಣಕೊಡ ಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆ ಮಾಡಿದಲ್ಲಿ ಬೆಳಕು ಅಲೆಗಳ ಸ್ವರೂಪ ದಲ್ಲಿರಬೇಕೆಂದು ಊಹಿಸಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ.

ಮೇಲೆ ಹೇಳಿದ ಪ್ರಯೋಗವನ್ನು ನಿದರ್ಶಿಸಬೇಕಾದರೆ, ಒಂದು ನಿಡುಗಂಡಿ (Slit) ಯಿಂದ ಹೊರಟ ಬೆಳಕು ಇದರ ಸಮೀಪದಲ್ಲಿಯೇ ಒಂದರ ಪಕ್ಕದಲ್ಲೊಂದಿರುವ ಎರಡು ನಿಡುಗಂಡಿಗಳ ಮೂಲಕ ಪ್ರಸರಿಸುವಂತೆ ಮಾಡಬೇಕು. ಈ ಎರಡುನಿಡುಗಂಡಿಗಳೂ ಎರಡು ಮೂಲಸ್ಥಾನಗಳಂತೆ ವರ್ತಿಸಿ ಅವುಗಳಿಂದ ಬೆಳಕು ಹೊರಡುತ್ತದೆ. ಇವು ಗಳಿಗೆ ಸ್ವಲ್ಪದೂರದಲ್ಲಿ ಒಂದು ತೆರೆಯನ್ನು (Screen) ಇಟ್ಟು ಅದರ ಮೇಲೆ ಬೀಳುವ ಬೆಳಕನ್ನು ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾಗಿ ಪರಿಶೀಲಿಸಿದರೆ ಚಿತ್ರ 6 ರಲ್ಲಿ ಕಾಣಬರುವ ದೃಶ್ಯವನ್ನು ನೋಡಬಹುದು. ಇದರಲ್ಲಿ ಒಂದೇ ಪ್ರಕಾರದ ಪ್ರಕಾಶವಿರದೆ ಕೆಲವು ಪ್ರಕಾಶ ಗೆರೆಗಳು ಅವುಗಳ ಮಧ್ಯೆ



ದ್ಯುತಿಪ್ರತಿರೋಧ
[Interference of Light]
ಚಿತ್ರ 6

ಪ್ರಕಾಶವಿಲ್ಲದ ಜಾಗಗಳೂ ಇವೆ. ಒಂದು ಪ್ರಕಾಶದ ಗೆರೆಗೂ ಮುಂದಿನ ಪ್ರಕಾಶದ ಗೆರೆಗೂ ಇರುವ ಅಂತರವು ಒಂದೇ ಆಗಿರುತ್ತದೆ. ಇವುಗಳನ್ನು ಪ್ರತಿರೋಧತಂಡ (Interference Fringes)ಗಳೆಂದು ಕರೆಯುಬಹುದು. ಸಮೀಪದಲ್ಲಿರುವ ಎರಡು ಸ್ಥಳಗಳಿಂದ ಹೊರಟ ಬೆಳಕು ಒಂದುಕಡೆ ಸಂಧಿಸಿದರೆ, ಬೆಳಕು ನಾಶವಾಗಿ ಕತ್ತಲೆಯಾಗಲು ಅವಕಾಶವಿದೆ ಎಂಬ ಪ್ರಯೋಗಕ್ಕೆ ಅಲೆಗಳ ಸ್ವರೂಪಜ್ಞಾನದಿಂದ ಸುಲಭವಾದ ಸಮರ್ಥನೆ ಸಿಕ್ಕುತ್ತದೆ. ಹಿಂದೆಯೇ ತಿಳಿಸಿರುವಂತೆ ಅಲೆಗಳು ಪ್ರಸಾರವಾಗುವ ಮಾರ್ಗದಲ್ಲಿರುವ ಮಧ್ಯವರ್ತಿಯ ಕಣಗಳು ಒಂದು ಗೊತ್ತಾದಕಾಲಕ್ರಮದಲ್ಲಿ ಸ್ಪಂದನಮಾಡುತ್ತವೆ. ಇದರಿಂದ ಆ ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿ ಏರುತಗ್ಗುಗಳ (Crests and troughs) ಪರಿಸ್ಥಿತಿ ಏರ್ಪಡುತ್ತದೆ. ಮೇಲಿನ ಪ್ರಯೋಗದಲ್ಲಿ ಎರಡು ನಿಡುಗಂಡಿಗಳಿಂದಲೂ ಹೊರಟ ಬೆಳಕು ಎರಡು ಅಲೆಗಳ ಸಮೂಹಗಳ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಪ್ರಸರಿಸುತ್ತವೆಂದು ಊಹಿಸೋಣ. ಒಂದೆಡೆಯಲ್ಲಿ ಈ ಎರಡು ಅಲೆಗಳೂ ಒಟ್ಟುಗೂಡುವಾಗ ಮೂರು ವಿಧವಾದ ಪರಿಸ್ಥಿತಿ ಪರಿಣಮಿಸಬಹುದು. ಈ ಅಲೆಗಳ ಏರುಗಳೂ ಸಂಧಿಸಬಹುದು ಅಥವಾ ಎರಡು ತಗ್ಗುಗಳೂ ಒಟ್ಟಿಗೆ ಸೇರಬಹುದು. ಹೀಗಾದರೆ ಅಲೆಗಳ ಜೋರು ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಕಣಗಳ ಸ್ಪಂದನಗಳು ದ್ವಿಗುಣವಾಗುತ್ತವೆ. ಇಂಥ ಪ್ರದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರಕಾಶ ಅಧಿಕವಾಗುತ್ತವೆ. ಇವೇ ಚಿತ್ರ 6 ರಲ್ಲಿ ಕಾಣಬರುವ ಸಮಾನಾಂತರ ಪ್ರಕಾಶದ ಗೆರೆಗಳು. ಇದಕ್ಕೆ ಬದಲಾಗಿ, ಒಂದು ಅಲೆಯ ಏರುಗಳೂ ಮತ್ತೊಂದರತಗ್ಗುಗಳೂ ಸಂಧಿಸುವ ಜಾಗಗಳಲ್ಲಿಅಲೆಗಳ ನಾಶವಾಗುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ಅಲೆಗಳ ಸಂಪಾತ (Itnerference) ಎಂದೂ ಹೇಳಬಹುದು. ಇದರ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಆ ಪ್ರದೇಶ

ಗಳ ಕಣಗಳು ಸ್ಪಂದನ ಮಾಡದೆ ಸ್ವಸ್ಥಾನಗಳಲ್ಲಿರುತ್ತವೆ. ಇವೇ ಚಿತ್ರ 6 ರಲ್ಲಿ ಕಾಣಬರುವ ಪ್ರಕಾಶ ರಹಿತ ಗೆರೆಗಳು.

ಈ ಪ್ರಯೋಗದಿಂದ ಬೆಳಕು ಅಲೆಗಳ ಸ್ವರೂಪದಲ್ಲಿ ಪ್ರಸರಿಸುತ್ತದೆಂದು ಮಾತ್ರವಲ್ಲ. ಬೆಳಕಿನ ಅತ್ಯಲ್ಪ ಪ್ರಮಾಣದ ತರಂಗದೂರವನ್ನೂ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ.

2 ದ್ಯುತಿನಮನ (Diffraction of Light).

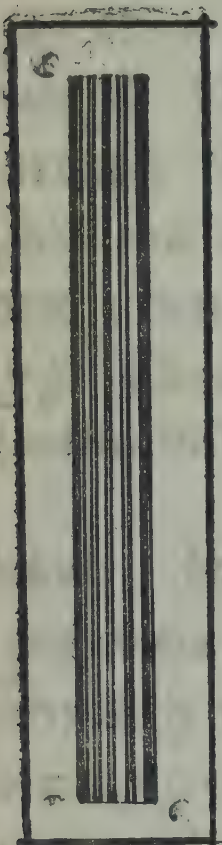
ನಮ್ಮ ಸಾಮಾನ್ಯ ಅನುಭವದ ಪ್ರಕಾರ ಬೆಳಕು ಯಾವಾಗಲೂ ಒಂದೇ ನೇರದಲ್ಲಿ ಪ್ರಸರಿಸುತ್ತದೆಂದು ತಿಳಿದಿರುತ್ತೇವೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ಎರಡು ನಿದರ್ಶನಗಳಿವೆ. ಮೊದಲನೆಯದು ನೆರಳಿನ ನಿರ್ಮಾಣ, ಬೆಳಕಿನ ಮಾರ್ಗದಲ್ಲಿ ಯಾವುದಾದರೊಂದು ಅಪಾರ ದರ್ಶಕ (Opaque) ವಸ್ತುವನ್ನು ತಡೆಯಾಗಿ ಕಲ್ಪಿಸಿದರೆ, ಅದರ ಹಿಂದೆ ಇಟ್ಟಿರುವ ತೆರೆಯ ಮೇಲೆ ಒಂದು ಛಾಯೆಯನ್ನು ನೋಡುತ್ತೇವೆ. ಬೆಳಕಿನ ನೇರ ಪ್ರಸಾರಕ್ಕೆ ಪ್ರತಿಬಂಧಕವಾಗಿರುವ ತಡೆಯೇ ನೆರಳಿಗೆ ಕಾರಣವೆಂದು ವ್ಯಕ್ತವಾಗುತ್ತದೆ—ಹೀಗೆಯೇ ಬೆಳಕು ಪ್ರಸಾರವಾಗುವ ಮಾರ್ಗದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಕಾಗದದ ರಟ್ಟನ್ನೋ ಲೋಹದ ತಟ್ಟೆಯನ್ನೋ ಇಟ್ಟು ಅದರ ಮಧ್ಯದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಸಣ್ಣ ರಂಧ್ರವನ್ನು (aperture) ಮಾಡಿದ್ದರೆ, ಅದರ ಹಿಂದೆ ಒಂದು ತೆರೆಯ ಮೇಲೆ ನಮಗೆ ಕಾಣಬರುವುದೇನೆಂದರೆ, ಸುತ್ತಲೂ ಕತ್ತಲಿನಿಂದ ಆವೃತವಾದ, ರಂಧ್ರದ ಆಕೃತಿಗೆ ಅನುಗುಣವಾದ ಒಂದು ಪ್ರಕಾಶವಾದ ಚುಕ್ಕಿ. ಇದೇ ರಂಧ್ರದ ಮೂಲಕ ನೇರವಾಗಿ ಪ್ರಸಾರವಾದ ಬೆಳಕು.

ಮೇಲೆ ಹೇಳಿದ ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನೇ ಇನ್ನೂ ಕೆಲವು ಸೂಕ್ಷ್ಮ ವಿಧಾನಗಳಿಂದ ಪರಿಶೀಲಿಸಿದರೆ ಸಾಮಾನ್ಯ ಅನುಭ

ವಕ್ಕೆ ವಿರುದ್ಧವಾದ ದೃಶ್ಯ ಕಂಡುಬರುತ್ತದೆ. ಮೊದಲನೇ ಪ್ರಯೋಗದಲ್ಲಿ ಕಪ್ಪು ಛಾಯೆಯ ಮಧ್ಯಭಾಗದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಪ್ರಕಾಶದ ಚುಕ್ಕೆ ಕಾಣುತ್ತದೆ. ಎರಡನೇ ಪ್ರಯೋಗದಲ್ಲಿ ರಂಧ್ರದ ಆಕೃತಿಯುಳ್ಳ ಪ್ರಕಾಶ ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಕಪ್ಪು ಚುಕ್ಕಿಯನ್ನು ನೋಡಬಹುದು. ಇದು ಬಹಳ ಆಶ್ಚರ್ಯಕರವಾದ ಪರಿಸ್ಥಿತಿ ಏಕೆಂದರೆ, ಒಂದುಕಡೆ ಬೆಳಕು ನೇರವಾಗಿ ಪ್ರಸಾರವಾಗದೆ ತಡೆಯ ಸುತ್ತ ಹೋಗಬಲ್ಲುದು ಎಂಬುದನ್ನು ನಂಬಬೇಕಾಗುತ್ತದೆ. ಹೀಗೆಯೇ ಬೆಳಕು ನೇರವಾಗಿ ಪ್ರಸಾರವಾದರೂ, ಕತ್ತಲೆ ಪರಿಣಮಿಸಬಹುದು ಎಂದೂ ವ್ಯಕ್ತವಾಗುತ್ತದೆ. ಬೆಳಕಿನ ಈ ವರ್ತನೆಗೆ ನಮನ (Diffraction) ವೆಂದು ಹೆಸರು.

ಈ ಪ್ರಯೋಗಗಳು ಸಫಲವಾಗಬೇಕಾದರೆ, ಬೆಳಕಿನ ಮಾರ್ಗದಲ್ಲಿ ಇರುವ ತಡೆ ವಸ್ತುವಿನ ಗಾತ್ರ ಬಹಳ ಸಣ್ಣ ಪ್ರಮಾಣದ್ದಾಗಿರಬೇಕು. ಹಾಗೆಯೇ, ಎರಡನೇ ಪ್ರಯೋಗದ ರಂಧ್ರದ ಗಾತ್ರವೂ ಸೂಚೀ ರಂಧ್ರಕ್ಕಿಂತ ಅಲ್ಪಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿರಬೇಕು. ಬೆಳಕಿನ ತರಂಗದೂರವು ಹಿಂದೆಯೇ ತಿಳಿಸಿರುವಂತೆ $\frac{1}{40.000}$ ಅಂಗುಲದಿಂದ $\frac{1}{60.000}$ ಅಂಗುಲದ ಅವಧಿಯಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿಬಂಧಕ ವಸ್ತುವಿನ ಪ್ರಮಾಣ ಈ ತರಂಗದೂರಕ್ಕೆ ಅನುಗುಣವಾಗಿದ್ದರೆ ಮಾತ್ರ ನಮನವನ್ನು ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ ನಿದರ್ಶಿಸಬಹುದು. ಶಬ್ದದ ಅಲೆಗಳ ತರಂಗದೂರ ಕೆಲವು ಅಡಿಗಳಷ್ಟು ಇರುವುದರಿಂದಲೂ, ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ನಮ್ಮ ಸುತ್ತಮುತ್ತಲೂ ಇರುವ ವಸ್ತುಗಳ ಪ್ರಮಾಣಗಳೂ ಇಷ್ಟೇ ಆಗಿರುವುದರಿಂದಲೂ ಶಬ್ದದ ನಮನವು ನಿತ್ಯ ಅನುಭವದಲ್ಲಿದೆ.

ಒಂದು ನಿಡುಗಂಡಿಯಿಂದ ಹೊರಟ ಬೆಳಕಿನ ಮಾರ್ಗದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಕೂದಲ ಎಳೆಯನ್ನಾಗಲಿ, ಒಂದು ಹರಿತವಾದ ಅಂಚುಳ್ಳ ಅಲುಗನ್ನಾಗಲೀ ಇಟ್ಟು, ಅದರಿಂದಾಚೆ ಒಂದು ತೆರೆಯ ಮೇಲೆ ಬೀಳುವ ಬೆಳಕನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಿದರೆ, ಕಾಣಬರುವ ದೃಶ್ಯವನ್ನು ಚಿತ್ರ 7 ರಲ್ಲಿ ಕಾಣಬಹುದು. ನೆರಳಿನ ಅಂಚಿಗೆ ನಿರ್ದಿಷ್ಟರೇಖೆಯಿಲ್ಲ. ನೆರಳಿನೊಳಕ್ಕೆ ಸ್ವಲ್ಪದೂರ ಪ್ರಕಾಶದ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳೂ, ಹೊರಗಿನ ಅಂಚಿನಲ್ಲಿ ನಮನ ಪಟ್ಟಿ (Diffraction Bands) ಗಳೂ ಕಾಣಬರುತ್ತವೆ. ಈ ಪಟ್ಟಿಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರಕಾಶದ ಗೆರೆಗಳೂ, ಕಪ್ಪು (ಪ್ರಕಾಶರಹಿತ) ಪ್ರದೇಶಗಳೂ ಪರ್ಯಾಯವಾಗಿರುತ್ತವೆ. ಬೆಳಕು ಅಲೆಗಳ ಸ್ವರೂಪದಲ್ಲಿದ್ದರೆ, ಅಲೆಗಳು ಒಟ್ಟುಗೂಡುವ ಪ್ರದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಅಧಿಕ ಪ್ರಕಾಶವೂ, ಅವುಗಳ ನಾಶದಿಂದ ಕತ್ತಲೆಯೂ ಉಂಟಾಗುತ್ತವೆಂದು ತಿಳಿಯಬಹುದು.



ದ್ಯುತಿನಮನ
(Diffraction of Light)
ಚಿತ್ರ 7

ಈ ರೀತಿಯಾಗಿ ದ್ಯುತಿಪ್ರತಿರೋಧ ಮತ್ತು ದ್ಯುತಿನಮನಕೆ ಸಂಬಂಧಪಟ್ಟ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ಬೆಳಕು ಅಲೆಗಳಸ್ವರೂಪದಲ್ಲಿರಬೇಕು ಎಂಬ ಸಿದ್ಧಾಂತಕ್ಕೆ ಸಮರ್ಥನೆ ಸಿಕ್ಕಿದಂತಾಯಿತು.

3 ಏಕಪಕ್ಷಸ್ಪಂದನ (Polarization)

ಸಾಧಾರಣ ಬೆಳಕನ್ನು ಕೆಲವು ವಸ್ತುಗಳ ಮೂಲಕ ಹಾಯಿಸಿದರೆ, ಅವುಗಳಿಂದ ಹೊರಡುವ ಬೆಳಕು ಮಾರ್ಪಾಡಾಗಿರುತ್ತದೆ

ಈ ಮಾರ್ಪಾಡು ನಮ್ಮ ಸಾಮಾನ್ಯದೃಷ್ಟಿಗೆ ಗೋಚರವಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಅದನ್ನು ತಿಳಿಯಬೇಕಾದರೆ ಕೆಲವು ಸಾಧನಗಳು ಬೇಕು.

(a) ಟೂರ್ಮಲೀನ್ ಎಂಬ ವಸ್ತುವಿನಒಂದುಸಣ್ಣತಟ್ಟೆಯ ಮೂಲಕ ಬಿಳಿಯ ಬೆಳಕನ್ನು ಹಾಯಿಸಿದರೆ, ಹಾಗೆ ಹಾಯ್ದ ಬೆಳಕು ವರ್ಣವುಳ್ಳದ್ದಾಗುವುದು A ಮತ್ತು B ಎಂಬ ಎರಡು ಟೂರ್ಮಲೀನ್ ತಟ್ಟೆಗಳನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳೋಣ. ಇವುಗಳೆರಡರ ಮೂಲಕ ಹಾಯ್ದು ಬರುವ ಬೆಳಕನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಿದರೆ ಒಂದು ಸ್ವಾರಸ್ಯವಾದ ವಿಷಯ ಕಾಣುವುದು. ಮೊದಲು A ಎಂಬುದನ್ನು ಕದಲಿಸದೆ ಇಟ್ಟು, B ಯನ್ನು ನಿಧಾನವಾಗಿ ತಿರುಗಿಸಿದರೆ, ಅದರ ಮೂಲಕ ಬಂದ ಬೆಳಕಿನ ಪ್ರಕಾಶವು ವ್ಯತ್ಯಾಸವಾಗುತ್ತ ಹೋಗುತ್ತದೆ. Aಯ ಅಕ್ಷವೂ (axis) Bಯ ಅಕ್ಷವೂ ಸಮಾನಾಂತರವಾಗಿದ್ದರೆ ಹೆಚ್ಚು ಪ್ರಕಾಶವುಳ್ಳದ್ದಾಗಿಯೂ, ಆ ಎರಡು ಅಕ್ಷಗಳೂ ಲಂಬವಾಗಿರುವಾಗ ಮಂಕಾಗಿ ಪ್ರಕಾಶವಿಲ್ಲದೆಯೂ ಕಾಣುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ನಾವು ವಿವರಿಸಬೇಕಾದರೆ ಈ ರೀತಿ ಊಹಿಸಬೇಕು. ಸಾಧಾರಣ ಬೆಳಕಿಗೂ, A ಎಂಬ ಟೂರ್ಮಲೀನ್ ತಟ್ಟೆಯ ಮೂಲಕ ಹೊರಡುವ ಬೆಳಕಿಗೂ ಸಾಮಾನ್ಯ ಕಣ್ಣಿಗೆ ಗೋಚರವಾಗದ ಒಂದು ವ್ಯತ್ಯಾಸವಿದೆ. ಸಾಧಾರಣ ಬೆಳಕಿನಲ್ಲಿ ಸ್ಪಂದನಗಳು ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಸಮತಲದಲ್ಲಿರದೆ ಎಲ್ಲಾ ಸಮತಲಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಇರಬೇಕು. ಆದರೆ ಈ ಬೆಳಕನ್ನು ಟೂರ್ಮಲೀಸ್ ತಟ್ಟೆಯ ಮೂಲಕ ಹಾಯಿಸಿದರೆ ಅದರಲ್ಲಿ ಸ್ಪಂದನಗಳೆಲ್ಲಾ ಒಂದೇ ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟಸಮತಲದಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಇರುತ್ತವೆ. ಇದನ್ನು ಪೋಲರೈಸ್ಡ್ ಬೆಳಕೆಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಈ ವಿಧವಾಗಿ ಮಾರ್ಪಾಡು ಹೊಂದಿದ ಬೆಳಕು B ತಟ್ಟೆಯ ಮೇಲೆ ಬಿದ್ದರೆ

Bಯ ಅಕ್ಷವು Aಯ ಅಕ್ಷಕ್ಕೆ ಲಂಬವಾಗಿರುವಾಗ, ಅದಕ್ಕೆ ಹೊರಗೆ ಬರಲು ಅವಕಾಶವಿರುವುದಿಲ್ಲ.

ಮತ್ತೂ ಒಂದು ವಿಶೇಷವಿರುವುದು. ಒಂದು ಸಾಧಾರಣ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣವು ಗಾಜಿನಮೇಲೆಯೋ, ನೀರಿನ ಮೇಲೆಯೋ ಬಿದ್ದರೆ, ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಹಾಯುವಾಗ ಕಿರಣವು ಬಾಗುವುದು. ಇದಕ್ಕೆ ರಶ್ಮಿ ಭಂಗ (Refraction) ವೆಂದು ಹೆಸರು. ಈಗ ಒಂದು ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣವು ಕ್ಯಾಲ್ಸೈಟ್ ಎಂಬ ವಸ್ತುವಿನ ಸ್ಫಟಿಕದ ಮೇಲೆ ಬಿದ್ದರೆ, ಅದರೊಳಗೆ ಹಾಯುವಾಗ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ನೇರಗಳಲ್ಲಿ ಎರಡು ಭಗ್ನ ಕಿರಣಗಳಾಗುವುವು. ಇದನ್ನು ದ್ವಿಪ್ರತಿರಶ್ಮಿಭಂಗವೆಂದು ಕರೆಯಬಹುದು. ಇದರ ದೆಸೆ ಯಿಂದಲೇ, ಒಂದು ಸಣ್ಣ ಚುಕ್ಕೆಯಮೇಲೆ ಒಂದು ಕ್ಯಾಲ್ಸೈಟ್ ಸ್ಫಟಿಕವನ್ನು ಇಟ್ಟು ಮೇಲಿಂದ ನೋಡಿದರೆ, ಎರಡು ಚುಕ್ಕೆಗಳು ಕಾಣುವುವು* ಆ ಸ್ಫಟಿಕವನ್ನು ಚುಕ್ಕೆಯ ಮೇಲಿಟ್ಟು ಅದನ್ನು ನಿಧಾನವಾಗಿ ತಿರುಗಿಸಿದರೆ, ಒಂದು ಭಗ್ನ ಪ್ರತಿಬಿಂಬವು ಸ್ಥಾಯಿಯಾಗಿದ್ದುಕೊಂಡು ಇನ್ನೊಂದು ಅದರ ಸುತ್ತಲೂ ಸುತ್ತುವ ಹಾಗೆ ಕಾಣುವುದು. ಮೊದಲನೆಯದನ್ನು ಸಾಧಾರಣಪ್ರತಿಬಿಂಬವೆಂದೂ ಎರಡನೆಯದನ್ನು ಅಸಾಧಾರಣ ಪ್ರತಿಬಿಂಬವೆಂದೂ ಕರೆಯಬಹುದು. ಇವೆರಡಕ್ಕೂ ಒಂದು ಮುಖ್ಯ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಿರುತ್ತದೆ. ಸಾಧಾರಣ ಭಗ್ನರಶ್ಮಿಯೂ ಅಸಾಧಾರಣ ಭಗ್ನರಶ್ಮಿಯೂ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಸಮತಲಗಳಲ್ಲಿ ಸ್ಪಂದಿಸುವ ಪೋಲರೈಸ್ಡ್ ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣಗಳು. ಇದನ್ನು ಬೇರೆ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ಸಾಧಿಸಬಹುದು.

*ಸಾಧಾರಣ ಗಾಜನ್ನು ಇಟ್ಟು ನೋಡಿದರೆ ಒಂದೇ ಪ್ರತಿಬಿಂಬ ಕಾಣಬರುವುದು.

ಪ್ರಕೃತದಲ್ಲಿ ನಮಗೆ ತಿಳಿಯಬೇಕಾದ ಮುಖ್ಯ ಅಂಶವೇನೆಂದರೆ, ಸಾಧಾರಣ ಬೆಳಕಿಗೂ, ಪೋಲರೈಸ್ಡ್ ಬೆಳಕಿಗೂ ಇರುವ ಮುಖ್ಯ ವ್ಯತ್ಯಾಸ. ಅಡ್ಡ ಅಲೆಗಳ ಗುಂಪಿಗೆ ಸೇರಿದುದಾದ್ದರಿಂದ ಬೆಳಕು ಪ್ರಸಾರವಾಗುವ ನೇರಕ್ಕೆ ಲಂಬದ ನೇರದಲ್ಲಿ ಸ್ಪಂದನಗಳಾಗುತ್ತವೆ. ಸಾಮಾನ್ಯ ಬೆಳಕಿನಲ್ಲಿ ಈ ಸ್ಪಂದನಗಳು ಎಲ್ಲಾ ಸಮತಲಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಇರುತ್ತವೆ. ಇದನ್ನು ಕ್ಯಾಲ್ಸೈಟ್ ಸ್ಫಟಿಕ ಅಥವಾ ಇದನ್ನೊಳಗೊಂಡ ನಿಕಲ್‌ನ ಅಶ್ರಗವೆಂಬ ಸಾಧನಗಳ ಮೂಲಕ ಹಾಯಿಸಿದರೆ, ಹೊರಗೆ ಬರುವ ಬೆಳಕಿನಲ್ಲಿ ಒಂದು ಏಕಪಕ್ಷಸ್ಪಂದನ ಏರ್ಪಡುತ್ತದೆ. ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಸಮತಲದಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಸ್ಪಂದನಗಳಾಗುವುವು.

ಇದುವರೆಗೂ ಹೇಳಿರುವ ಅಂಶಗಳನ್ನು ತಿಳಿದುಕೊಂಡುದರ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ನಮ್ಮ ನಿತ್ಯಜೀವನದಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ಪ್ರಯೋಜನಗಳನ್ನು ಹೊಂದಿಸಿಕೊಳ್ಳಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗಿದೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಮುಖ್ಯವಾದುವುಗಳನ್ನು ಈಗ ವಿವರಿಸಲಾಗುವುದು

1 **ಪೋಲರಾಯಿಡ್:** ಇದು ಸಾಧಾರಣ ಬೆಳಕನ್ನು ಏಕಪಕ್ಷಸ್ಪಂದನವುಳ್ಳ (Polarized) ಬೆಳಕನ್ನಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸುವ ಒಂದು ಸಾಮಗ್ರಿ. ಒಂದು ಸೆಲ್ಲುಲೋಸ್ ಪೊರೆಯಮೇಲೆ ಅತಿ ಸಣ್ಣದಾದ ದ್ವಿಪ್ರತಿರಶ್ಮಿ ಭಂಗವನ್ನುಂಟುಮಾಡತಕ್ಕ ಸ್ಫಟಿಕಗಳನ್ನು ಹುದುಗಿಟ್ಟಿದೆ. ಇದನ್ನು ನೋಡಿದರೆ ಒಂದು ಸೆಲ್ಲೂಲಾಯಿಡ್ ಪೊರೆಯಂತೆಯೇ ಕಾಣುತ್ತದೆ. ಇದರ ಮೂಲಕಹಾಯ್ದು ಬೆಳಕು ಯಾವುದಾದರೂ ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಸಮತಲದಲ್ಲಿ ಸ್ಪಂದಿಸುವ ಬೆಳಕಾಗಿ ವರ್ತಿಸುತ್ತದೆ. ಇದರ ಉಪಯೋಗ ಈಗಿನ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಬಹಳ ಹೆಚ್ಚು.

ನಾಗರಿಕತೆಯಲ್ಲಿ ಬಹಳ ಮುಂದುವರಿದಿರುವ ಬೆಂಗಳೂರು, ಮದರಾಸ್, ಬೊಂಬಾಯಿ ಮುಂತಾದ ದೊಡ್ಡ ಪಟ್ಟಣಗಳಲ್ಲಿ ಟಾರು ಹಾಕಿದ ರಸ್ತೆಗಳೂ, ಬಹಳ ಪ್ರಕಾಶಮಾನವಾದ ವಿದ್ಯುದ್ದೀಪಗಳೂ, ಮೊಟಾರು ವಾಹನಗಳೂ ಸಾಮಾನ್ಯ ವಾಗಿವೆ. ರಾತ್ರಿಯವೇಳೆಗಳಲ್ಲಿ ಮೊಟಾರುಗಳ ಮುಂದಿನ ಅತಿ ಪ್ರಕಾಶಮಾನವಾದ ಬೆಳಕುಗಳ ಝಳ (glare) ದಿಂದ ಕಣ್ಣು ಕತ್ತಲೆ ಕಟ್ಟಿ ಅನರ್ಥಗಳು ಸಂಭವಿಸುವುವು. ಮಿರುಗು ತ್ತಿರುವ ಮೇಲ್ಮೈಗಳಿಂದ ಪ್ರತಿಫಲಿಸಲ್ಪಟ್ಟ ಬೆಳಕಿನ ಪ್ರಭೆ ಯಿಂದಲೇ ಅನಾಹುತಗಳು ಉಂಟಾಗುವುವು- ಆದುದರಿಂದ ಈ ಪ್ರಭೆಯನ್ನೂ ಝಳವನ್ನೂ ಹೋಗಲಾಡಿಸಿದರೆ, ಪಾದ ಚಾರಿಗಳಿಗೂ ಮೋಟಾರ್ ಮುಂತಾದ ವಾಹನಗಳನ್ನು ನಡ ಸುವವರಿಗೂ ದೊಡ್ಡ ಉಪಕಾರವಾದಂತಾಗುವುದು ಇದಕ್ಕಾಗಿ ಪೋಲರಾಯಿಡನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಬೇಕಾಗುವುದು.

ಮಿರುಗುತ್ತಿರುವ ಮೇಲ್ಮೈಗಳಿಂದ ಪ್ರತಿಫಲಿತವಾದ ಬೆಳಕು ಸಾಮಾನ್ಯ ಬೆಳಕಲ್ಲ ಅದು ಏಕಪಕ್ಷಸ್ಪಂದನವುಳ್ಳ (Polarized) ಬೆಳಕು. ಸರಿಯಾಗಿ ತಿರಗಿಸಲ್ಪಟ್ಟ ಪೋಲರಾ ಯಿಡ್‌ಗಳುಳ್ಳ ಕನ್ನಡಕಗಳನ್ನು ಧರಿಸುವುದರಿಂದ ಮೇಲೆ ಹೇಳಿದ ಪೋಲರೈಸ್ಡ್ ಬೆಳಕನ್ನು ಅಡ್ಡಿಮಾಡಿ ಕಣ್ಣಿಗೆ ಬೀಳ ದಂತೆ ಮಾಡಬಹುದು. ಇದೇ ರೀತಿಯಾಗಿ ಮೋಟಾರ್ ವಾಹನಗಳ ಬೆಳಕಿನ ಮುಂದುಗಡೆ ಪೋಲರಾಯಿಡ್‌ಗಳನ್ನಿಡ ಬೇಕು ಮತ್ತು ಅವುಗಳನ್ನು ನಡೆಸುವವರೂ ಕೂಡ ಪೋಲ ರಾಯಿಡ್ ಕನ್ನಡಕಗಳನ್ನು ಹಾಕಿಕೊಳ್ಳಬೇಕು. ಹೀಗೆ ಮಾಡಿದರೆ, ಪ್ರಭೆ ನಾಶವಾಗಿ, ಪದಾರ್ಥಗಳು ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ ಕಾಣುತ್ತವೆ.

ಪೋಲರಾಯಿಡ್‌ನ ಇನ್ನೊಂದು ಪ್ರಯೋಜನ ಚಲನಚಿತ್ರ ಮಂದಿರಗಳಲ್ಲಿ. ಸಾಧಾರಣಮಂದಿರಗಳಲ್ಲಿ ಪರದೆಯಮೇಲೆ ಓಡಾಡಿ ಮಾತನಾಡುವ ಚಿತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದು ನ್ಯೂನತೆಯಿದೆ. ಅದೇನೆಂದರೆ, ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಆಳ (depth) ವಿಲ್ಲದೆ ಇರುವುದರಿಂದ ಅವು ಸಜೀವಪ್ರತಿಬಿಂಬಗಳು ಎಂಬ ಭಾವನೆಯು ನಮಗೆ ಬರುವುದಿಲ್ಲ. ಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ತೆಗೆಯುವ ವಿಧಾನಗಳನ್ನು ಬದಲಾಯಿಸಿ, ಅವುಗಳನ್ನು ನೋಡಲು ಪೋಲರಾಯಿಡ್ ಕನ್ನಡಕಗಳನ್ನೂ ಧರಿಸಿದರೆ ನಮಗೆ ಪರದೆಯಮೇಲೆ ನಿಜವಾಗಿಯೂ. ಸಜೀವ (ಆಳವುಳ್ಳ) ಬೊಂಬೆಗಳು ಚಲಿಸುವಂತೆ ಕಾಣುತ್ತವೆ. ಬಹಳ ಮುಂದುವರಿದ ಚಿತ್ರಮಂದಿರಗಳಲ್ಲಿ ಈ ವಿಧವಾದ ಅನುಕೂಲಗಳನ್ನು ಜನಗಳಿಗೆ ಕಲ್ಪಿಸಿರುತ್ತಾರೆ.

ಮೂತ್ರದಲ್ಲಿ ಸಕ್ಕರೆಯಿದೆಯೋ ಇಲ್ಲವೇ ಎಂದು ಪರೀಕ್ಷೆ ಮಾಡಲು ಶರ್ಕರಮಾಪಕಗಳನ್ನು ಚಿಕಿತ್ಸಾಲಯಗಳಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ. ಇವುಗಳ ತತ್ವವು ಪೋಲರೈಸ್ಡ್ ಬೆಳಕಿನ ಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ಆಧಾರವನ್ನಾಗಿಟ್ಟುಕೊಂಡಿದೆ. ಸಕ್ಕರೆಯನ್ನು ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಕಲಿಸಿ, ಆ ದ್ರವದ ಮೂಲಕ ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಸಮತಲದಲ್ಲಿ ಸ್ಪಂದಿಸುವ ಬೆಳಕನ್ನು ಹಾಯಿಸಿ, ಹಾಗೆ ಹಾಯ್ದು ಬಂದ ಬೆಳಕನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಿದರೆ, ಆ ಬೆಳಕಿನಲ್ಲಿ ಒಂದು ವ್ಯತ್ಯಾಸವಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಅದರ ಸ್ಪಂದನಗಳು ಆಗುವ ಸಮತಲಕ್ಕೂ ಮೊದಲಿದ್ದ ಸಮತಲಕ್ಕೂ ಒಂದು ಕೋನವಿರುತ್ತದೆ. ಈ ಕೋನದ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು ಯಂತ್ರಸಾಧನಗಳಿಂದ ನಿರ್ಧರಿಸುವುದರಿಂದ, ಮೂತ್ರದಲ್ಲಿರುವ ಸಕ್ಕರೆ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸಬಹುದು.

2 **ದ್ಯುತಿಸ್ಥಿತಿಸ್ಥಾಪಕತ್ವ (Photo-elasticity)** ಸಾಧಾ

ರಣ ಗಾಜಿನಮೇಲೆ ಒಂದು ಬೆಳಕಿನ ರಶ್ಮಿಯು ಬಿದ್ದರೆ, ಗಾಜಿನಲ್ಲಿ ರಶ್ಮಿಭಂಗವಾಗಿ ಒಂದು ಭಗ್ನ (Refracted) ಕಿರಣವು ಬರುವುದು. ಆದರೆ ಇದೇ ಗ್ಲಾಜನ್ನು ಚೆನ್ನಾಗಿ ಒತ್ತಡಕ್ಕೆ ಒಳಪಡಿಸಿದರೆ, ಅದರಲ್ಲಿ ದ್ವಿಪ್ರತಿರಶ್ಮಿಭಂಗವಾಗಿ ಎರಡು ಭಗ್ನ ಕಿರಣಗಳಾಗುವುವು. ಹಿಂದೆಯೇ ತಿಳಿಸಿದಂತೆ, ಕ್ಯಾಲ್ಸೈಟ್‌ನಲ್ಲಾಗುವಂತೆ, ಈ ಎರಡು ಭಗ್ನಕಿರಣಗಳೂ ಪೋಲರೈಸ್ಡ್ ಬೆಳಕಿನಂತೆ ವರ್ತಿಸುತ್ತವೆ. ಇವುಗಳ ವ್ಯತ್ಯಾಸವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಲು ನಿಕಲ್ ಅಶ್ರಗ ಮುಂತಾದ ಉಪಕರಣಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಬಹುದು. ಈ ತೆರನಾದ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ಗಾಜುಗಳ ರಚನೆಯನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಬಹುದು. ಪ್ರಯೋಗಶಾಲೆಯಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸುವ ಗಾಜಿನ ಮಸೂರ ಮುಂತಾದ ವಸ್ತುಗಳಲ್ಲಿರುವ ಗಾಜು ಸರಿಯಾದ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿದೆಯೋ, ಒತ್ತಡಕ್ಕೆ ಒಳಪಟ್ಟ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿದೆಯೋ ಎಂಬುದನ್ನು ತಿಳಿಯಬೇಕಾದರೆ, ಇದೇ ಬಹಳ ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾದ ಪ್ರಯೋಗ: ಹಾಗೆಯೇ, ಈ ಸಾಧನಗಳಿಂದ ಕಟ್ಟಡಗಳಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸುವ ಸಾಮಗ್ರಿಗಳ ರಚನಾ ಸ್ಥಿತಿಯನ್ನೂ ಸಹ ಪರೀಕ್ಷಿಸಬಹುದು. ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸುವ ಕ್ಸೈಲೋನೈಟ್ ಎಂಬ ವಸ್ತುವೂ ಕೂಡ ಗಾಜಿನಂತೆಯೇ ಮೇಲೆ ಹೇಳಿದ ಪ್ರಯೋಗಗಳಲ್ಲಿ ವರ್ತಿಸುತ್ತದೆ.

3 **ಚೆದರಿಸುವಿಕೆ (Scattering)**: ಬೆಳಕು ಸಂಚರಿಸುತ್ತಿರುವ ಮಾರ್ಗದಲ್ಲಿ ಅತಿ ಕಡಮೆ ಪ್ರಮಾಣವುಳ್ಳ ಧೂಳು ಮುಂತಾದ ವಸ್ತುಗಳ ಕಣಗಳು ಬೆಳಕನ್ನು ಚೆದರಿಸುತ್ತವೆ. ಈ ಚದರುವಿಕೆಯಲ್ಲಿ ಒಂದು ನಿಯಮವಿದೆ. ಬೆಳಕಿನಲ್ಲಿ ಕೆಂಪು, ಹಳದಿ, ನೀಲಿ ಮುಂತಾದ ಬಣ್ಣಗಳ ಸಮೂಹವಿದೆಯೆಂದೂ,

ಒಂದೊಂದು ಬಣ್ಣದ ಬೆಳಕಿಗೂ ಒಂದೊಂದು ತರಂಗದೂರ ವಿದೆಯೆಂದೂ ಹಿಂದೆಯೇ ಹೇಳಿದ್ದೇವೆ. ಚೆದರುವಾಗ ಬೆಳಕಿನ ತರಂಗದೂರವು ಕಡಮೆಯಾದಂತೆಲ್ಲಾ ಚೆದರುವ ಪ್ರಮಾಣ ಹೆಚ್ಚುವುದು. ನೀಲಿಬೆಳಕು ಕೆಂಪುಬೆಳಕಿಗಿಂತ ಕಡಮೆ ತರಂಗ ದೂರವುಳ್ಳದಾದುದರಿಂದ ಬಹಳ ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಚೆದರಲ್ಪಡುತ್ತದೆ. ಈಗ ಸೂರ್ಯೋದಯ ಸೂರ್ಯಾಸ್ತಮಕಾಲಗಳಲ್ಲಿ ಮಾರ್ಗ ದಲ್ಲಿರುವ ಧೂಳು ಮುಂತಾದ ವಸ್ತುಗಳ ಕಣಗಳು ಸೂರ್ಯನ ಬೆಳಕಿನಲ್ಲಿರುವ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಬಣ್ಣಗಳನ್ನು ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಪ್ರಮಾ ಣಗಳಲ್ಲಿ ಚೆದರಿಸುತ್ತವೆ. ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಮೇಲೆ ಹೇಳಿದಂತೆ ನೀಲಿ ಬೆಳಕು ಬಹಳ ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಚೆದರಿಸಲ್ಪಡುವುದರಿಂದ ಆಕಾಶವು ನೀಲವಾಗಿಯೂ ಸೂರ್ಯನು ಕೆಂಪಾಗಿಯೂ ಇರುವಂತೆ ಕಾಣುವುದು. ಅದೇ ಸೂರ್ಯನು ನೆತ್ತಿಯಮೇಲಿರುವಾಗ ಬೆಳಕು ಪ್ರಸರಿಸಬೇಕಾದ ದೂರವು ಕಡಮೆಯಾದುದ ರಿಂದ ಚೆದರುವಿಕೆಯ ವ್ಯತ್ಯಾಸ ಪ್ರಮಾಣಗಳೂ ಕಡಮೆ. ಆದುದರಿಂದ ಸೂರ್ಯನು ಮಧ್ಯಾಹ್ನದಲ್ಲಿ ಬೆಳ್ಳಗಿರುವಂತೆ ಕಾಣುವನು.

ಬೆಳಕನ್ನು ಚೆದರಿಸುವಂಥ ಕೇಂದ್ರಕಣಗಳ ಪ್ರಮಾಣವು ಕಡಮೆಯಾದಂತೆಲ್ಲಾ ಚೆದರುವಿಕೆಯೂ ಹೆಚ್ಚು. ಮಂಜಿರು ವಾಗ ವಾಯುಮಂಡಲದಲ್ಲಿ ತುಂಬಿರುವ ಕಣಗಳ ಪ್ರಮಾಣ ಗಳು ಬಹಳ ಕಡಮೆ. ಆದುದರಿಂದ ಚೆದರುವಿಕೆ ಹೆಚ್ಚು. ಹೆಚ್ಚು ತರಂಗದೂರವುಳ್ಳ ಕೆಂಪು ಅಥವಾ ಕಿತ್ತಳೆಹಣ್ಣು ಬಣ್ಣದ ಬೆಳಕುಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುವುದರಿಂದ ಅನುಕೂಲ ಹೆಚ್ಚು ಏಕೆಂದರೆ ಅವುಗಳ ಚೆದರುವಿಕೆ ಕಡಮೆ.

೬ ಅತಿ ಊದ ಬೆಳಕು

ಅಲ್ಟ್ರಾವಯಲೆಟ್ : ಬೆಳಕಿನ ದೃಶ್ಯರೋಹಿತದ ಊದ ಅಂಚಿನ ಆಚೆ, ಕಡಮೆ ತರಂಗದೂರವುಳ್ಳ ರಶ್ಮಿಪ್ರಸಾರವೇ ಅತಿ ಊದ ಅಲೆಗಳ ಗುಂಪಿಗೆ ಸೇರಿದುದು. ಇವುಗಳನ್ನೂ ಕಣ್ಣಿಗೆ ಗೋಚರವಾಗದ ಒಂದು ವಿಧವಾದ ಬೆಳಕನ್ನಾಗಿ ಎಣಿಸಬಹುದು. ಮೊದಲೇ ಸೂಚಿಸಿರುವಂತೆ ಈ ಗುಂಪಿನ ಅಲೆಗಳ ತರಂಗದೂರದ ಅವಧಿಗಳು 4000 ಆಂ. ಮಾ. ದಿಂದ ಹಿಡಿದು ಸುಮಾರು 136 ಆಂ. ಮಾ. ವರೆಗೆ. ಸೂರ್ಯನಬೆಳಕು ಮತ್ತು ಪಾದರಸದ ಹಬೆಯದೀಪ ಇವುಗಳೆರಡೂ ಈ ಗುಂಪಿನ ಕಿರಣಗಳಿಗೆ ಮುಖ್ಯ ಮೂಲಸ್ಥಾನಗಳು. ಇವುಗಳು ಛಾಯಾ ಚಿತ್ರದ ತಟ್ಟೆಯಮೇಲೆ ಬಿದ್ದಾಗ, ಅದರಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ರಾಸಾಯನಿಕ ಬದಲಾವಣೆಗಳಾಗುತ್ತವೆ. ಈ ಬದಲಾವಣೆಗಳ ಮೂಲಕವೇ ಅಲ್ಟ್ರಾವಯಲೆಟ್ ಬೆಳಕು ನಮಗೆ ಗೋಚರವಾಗುತ್ತದೆ.

ಇದುವರೆಗೂ ನಡೆದಿರುವ ಮುಖ್ಯ ಪರಿಶೋಧನೆಗಳಿಂದ ಬಂದಿರುವ ಕೆಲವು ಮುಖ್ಯ ಉಪಯೋಗಗಳನ್ನು ಈ ಕೆಳಗೆ ಸೂಚಿಸಿದೆ.

(1) ಅಲ್ಟ್ರಾವಯಲೆಟ್ ಬೆಳಕು ಸೂಕ್ಷ್ಮಕ್ರಿಮಿಗಳ ಮೇಲೆ ಬಿದ್ದರೆ ಅವುಗಳು ನಾಶವಾಗುತ್ತವೆ. ಇದು ಕುಡಿಯುವ ನೀರಿನಲ್ಲಿರುವ ಕ್ರಿಮಿಗಳನ್ನು ನಾಶಮಾಡಿ ಶುದ್ಧಮಾಡಲು, ಸಹಕಾರಿಯಾದುದು. ಈ ರೀತಿಯಾಗಿ ಅತಿಸ್ವಲ್ಪ ಖರ್ಚಿನಿಂದ ಲಕ್ಷಾಂತರ ಗ್ಯಾಲನ್‌ಗಳ ನೀರನ್ನು ಶೋಧಿಸಬಹುದು.

(2) ಈ ಬೆಳಕು ತೀಕ್ಷ್ಣವಾದುದರಿಂದ ಕಣ್ಣಿನಮೇಲೆ ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಬಿದ್ದರೆ ಕಣ್ಣಿಗೆ ಅಪಾಯ–ಕೆಲವುವೇಳೆ ಕಣ್ಣಿನ

ಪರೆಗೂ ಕಾರಣವಾಗುವುದು. ಆದುದರಿಂದ, ಈ ತೊಂದರೆಯನ್ನು ನಿವಾರಿಸಲು ಅವುಗಳಿಗೆ ಅಪಾರದರ್ಶಕವಾದ ಕನ್ನಡಕಗಳನ್ನು ಧರಿಸಬೇಕು.

(3) ಕೆಲವು ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಅಲ್‌ಟ್ರಾವಯುಲೆಟ್ ಬೆಳಕು ಸಸ್ಯಗಳಮೇಲೆ ಬಿದ್ದರೆ, ಅವುಗಳ ಬೆಳವಣಿಗೆಯು ಹೆಚ್ಚುತ್ತದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಡಾ|| ಡೆಲ್ಸ್ ಎಂಬ ಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞನು ತೋರಿಸಿಕೊಟ್ಟಿದ್ದಾನೆ.

(4) ನಾವು ವಾಸಿಸುವ ಕೋಣೆಗಳ ಕಿಟಕಿಗಳಿಗೆ ಸಾಮಾನ್ಯ ಗಾಜಿನ ಕನ್ನಡಿಗಳ ಬದಲು ವೀಟಾಗ್ಲಾಸ್ (Vitaglass) ಎಂಬ ಬೆಣಚುಕಲ್ಲುವಿಶೇಷದ ಕನ್ನಡಿಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿದರೆ, ಅವುಗಳ ಮೂಲಕ ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಅಲ್‌ಟ್ರಾವಯುಲೆಟ್ ಬೆಳಕು ಕೋಣೆಗೆ ಬರಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ. ಮತ್ತು ಅಲ್ಲಿಯ ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿರುವ ಕೆಟ್ಟ ಅಣುಗಳೆಲ್ಲಾ ನಾಶವಾಗಿ, ಗಾಳಿಯು ಆರೋಗ್ಯಕರವಾಗುತ್ತದೆ.

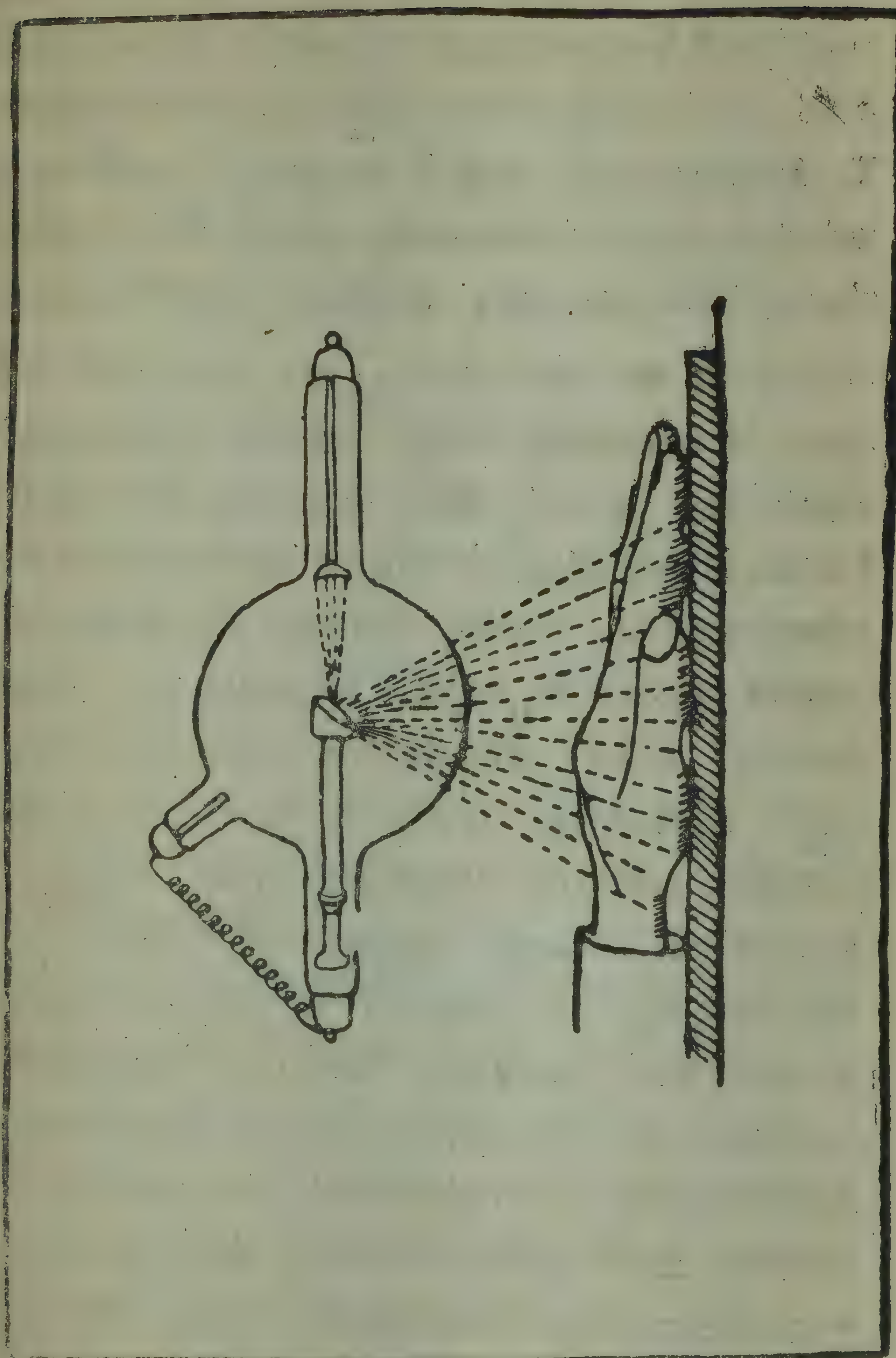
(5) ಅತಿ ಸಣ್ಣ ಪ್ರಮಾಣವುಳ್ಳ ಕೆಲವು ರೋಗ ಕ್ರಿಮಿಗಳು ಸಾಧಾರಣ ಬೆಳಕನ್ನು ಪ್ರತಿಫಲಿಸಲಾರವು. ಆದರೆ, ಅಲ್‌ಟ್ರಾವಯುಲೆಟ್‌ನ ತರಂಗ ದೂರವು ಸಾಧಾರಣ ಬೆಳಕಿನದಕ್ಕಿಂತ ಕಡಿಮೆಯಾದುದರಿಂದ, ಅದನ್ನು ಪ್ರತಿಫಲಿಸಬಲ್ಲವು-ಈ ತತ್ವವನ್ನು ಆಧಾರವಾಗಿಟ್ಟುಕೊಂಡು ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ (Cancer) ಎಂಬ ವ್ರಣಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಪಟ್ಟ ಕ್ರಿಮಿಗಳನ್ನು ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕ ಯಂತ್ರದ ಸಹಾಯದಿಂದ ಗೊತ್ತುಹಚ್ಚಲು ಅವಕಾಶವಾಗಿದೆ.

(6) ಕಲೆಯಲ್ಲಿಯೂ ಕೂಡ ಅಲ್‌ಟ್ರಾವಯುಲೆಟ್‌ನ ಉಪಯೋಗವಿದೆ. ತೈಲಚಿತ್ರಗಳ ಪುರಾತನತ್ವವನ್ನು ಕಂಡು ಹಿಡಿಯಲು ಅದು ಸಾಧಕವಾಗಿದೆ.

(7) ಕೊನೆಯದಾಗಿ, ಮತ್ತೊಂದು ಬಹಳ ಸ್ವಾರಸ್ಯವಾದ ಸಂಗತಿಯು ಕೂಡ ಮನಶ್ಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರ ಕೆಲವು ಪರಿಶೋಧನೆಗಳಿಂದ ಹೊರಬಿದ್ದಿದೆ. ಶಾಲಾ ಬಾಲಕರಿಗೆ ಅಲ್ಟ್ರಾವಯಲೆಟ್ ಚಿಕಿತ್ಸೆಯನ್ನು ಕೊಡುವುದರಿಂದ ಅವರ ಬುದ್ಧಿಶಕ್ತಿಯು ಕುದುರುತ್ತದಂತೆ. ಚಿಕಿತ್ಸೆಗೆ ಮೊದಲೂ ಮತ್ತು ಚಿಕಿತ್ಸೆಯ ನಂತರವೂ ಮಾಡಿದ ಬುದ್ಧಿಶಕ್ತಿ ಪರೀಕ್ಷೆಗಳಿಂದ ಮೇಲೆಹೇಳಿದ ಒಳ್ಳೆಯ ಪರಿಣಾಮವಿದೆಯೆಂದು ನಿರ್ಧರಿಸಲಾಗಿದೆ. ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚು ಸಂಶೋಧನೆಗಳು ನಡೆದು ಇದು ಸಮರ್ಥಿಸಲ್ಪಟ್ಟರೆ ಇನ್ನು ಮುಂದೆ ಎಲ್ಲಾ ಶಾಲೆಗಳಲ್ಲಿಯೂ, ಅಲ್ಟ್ರಾವಯಲೆಟ್ ಬೆಳಕನ್ನು ತಯಾರಿಸುವ ಉಪಕರಣಗಳನ್ನೆಲ್ಲಾ ಇಡಬೇಕಾಗುವುದು. ಕೆಳಗಿನ ದರ್ಜೆಯ ಹುಡುಗರಿಗೆ ಈ ಚಿಕಿತ್ಸೆಯನ್ನು ಸರಿಯಾಗಿ ಕೊಟ್ಟರೆ, ಅವರು ಮೇಲ್ದರ್ಜೆಯಲ್ಲಿ ತೇರ್ಗಡೆಯಾಗಲು ಅವಕಾಶವಿರುತ್ತದೆ. ಏನೇ ಆಗಲಿ, ಈ ವಿಚಾರವು ನಮ್ಮ ವಿದ್ಯಾಭ್ಯಾಸಕ್ರಮದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಕ್ರಾಂತಿಯನ್ನೇ ಉಂಟುಮಾಡತಕ್ಕದ್ದು.

೭ ಎಕ್ಸ್-ಕಿರಣಗಳು

ಹಿಂದೆಯೇ ಸೂಚಿಸಿರುವಂತೆ, ಅಲ್ಟ್ರಾವಯಲೆಟ್ ಬೆಳಕಿಗಿಂತ ಕಡಮೆತರಂಗ ದೂರವುಳ್ಳವುಗಳು ಎಕ್ಸ್ ಕಿರಣಗಳು. ಈಗಿನ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಅವುಗಳ ಹೆಸರನ್ನು ಕೇಳದವರೂ, ಅವುಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸುವ ಯಂತ್ರಗಳಿಲ್ಲದ ಆಸ್ಪತ್ರೆಗಳೂ ಬಹಳ ಕಡಮೆ.



ಚಿತ್ರ ೮. X. ಕಿರಣಗಳು

ಈಚಿನ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಿಂದ ನಮಗೆ ತಿಳಿದುಬಂದಿರುವ ಅಂಶಗಳಿಂದ X ಕಿರಣಗಳೂ ಬೆಳಕಿನಂತೆಯೇ ಸ್ವರೂಪವುಳ್ಳವು ಎಂದು ವಿಶದವಾಗಿದೆ. ಬೆಳಕು ಕಣ್ಣಿಗೆ ಗೋಚರವಾಗುವುದು. X ಕಿರಣಗಳಾದರೊ ಕಣ್ಣಿಗೆ ಕಾಣದವು. ಇವೆರಡಕ್ಕೂ ಇರುವ ವ್ಯತ್ಯಾಸ ತರಂಗದೂರದಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಬೆಳಕಿನ ತರಂಗ ದೂರವು 5000 ಆಂ. ಮಾ. ವಾದರೆ X ಕಿರಣಗಳ ತರಂಗ ದೂರವು 10 ಆಂ. ಮಾ. ನಿಂದ $\frac{1}{10}$ ಆಂ. ಮಾ. ವರೆಗೆ ಇರುವುದು. ತರಂಗದೂರವು ಇಷ್ಟು ಕಡಮೆಯಿರುವುದರಿಂದಲೇ ಅವುಗಳ ತೀಕ್ಷ್ಣತೆ ಅಷ್ಟು ಹೆಚ್ಚು. ಸಾಮಾನ್ಯ ಬೆಳಕು ಕಾಗದ ತೊಗಲು ಮುಂತಾದುವುಗಳ ಮೂಲಕ ಹಾಯಲಾರದು ; X ಕಿರಣಗಳಾದರೋ ಕಾಗದ, ತೊಗಲು ಮುಂತಾದುವುಗಳ ಮೂಲಕ ಏನೂ ಕಷ್ಟವಿಲ್ಲದೆ ಹಾಯಬಲ್ಲವು. ಒಂದು ತೊಗಲಿನ ಹಣದ ಚೀಲದಲ್ಲಿರುವ ನಾಣ್ಯಗಳು ನಮ್ಮ ಕಣ್ಣಿಗೆ ಕಾಣುವುದಿಲ್ಲ. ಆದರೆ, X ಕಿರಣಗಳ ಮೂಲಕ ನೋಡಿದರೆ, ಒಳಗಿರುವ ದುಡ್ಡನ್ನೆಲ್ಲಾ ಎಣಿಸಿ ಸುಲಭವಾಗಿ ಹೇಳಬಹುದು. ಒಂದು ಪುಸ್ತಕದೊಳಗೆ ಬೀಗದ ಕೈಗಳ ಗೊಂಚಲನ್ನಿಟ್ಟು X ಕಿರಣಗಳು ಆ ಪುಸ್ತಕದ ಮೂಲಕ ಹಾಯುವಹಾಗೆ ಮಾಡಿದರೆ, ಒಳಗಿರುವ ಗೊಂಚಲನ್ನೂ ಗುರ್ತಿಸಬಹುದು. ಈ ವಿಧವಾದ ಪರೀಕ್ಷೆಗೆ ಬೇರಿಯಂಪ್ಲಾಟಿನೋಸಯನೈಡಿನ ಒಂದು ಪ್ರಕಾಶ ತಟ್ಟೆಯು ಆವಶ್ಯಕ. X ಕಿರಣಗಳು ಹೋಗುತ್ತಿರುವ ಮಾರ್ಗದಲ್ಲಿ ನಮ್ಮ ಕೈಯನ್ನಿಟ್ಟು ಕೈಯ ಹಿಂಭಾಗದಲ್ಲಿ ಮೇಲೆ ಹೇಳಿದ ಪ್ರಕಾಶ ತಟ್ಟೆಯನ್ನಿಟ್ಟರೆ, ಈ ತಟ್ಟೆಯ ಮೇಲೆ ನಮಗೆ ಕಾಣುವುದು ಬರೀ ಮೂಳೆಗಳ ಛಾಯೆಯು ಮಾತ್ರ. ಅಂದರೆ, X ಕಿರಣಗಳು

ಚರ್ಮದ ಮೂಲಕವೂ, ಮಾಂಸ ಖಂಡದ ಮೂಲಕವೂ ಹಾಯ್ದು ಮೂಳೆಗಳಿಂದ ಮಾತ್ರ ತಡೆಯಲ್ಪಡುವುದರಿಂದ ಆ ಮೂಳೆಗಳ ಛಾಯೆಯು ಮಾತ್ರ ಕಾಣುವುದು.

ಬೆಳಕಿನಂತೆಯೇ X ಕಿರಣಗಳಲ್ಲಿಯೂ, ಕಣಸ್ವರೂಪ ಮತ್ತು ಅಲೆಯ ಸ್ವರೂಪ ಎರಡೂ ಇವೆಯೆಂದು ನಮಗೀಗ ತಿಳಿದು ಬಂದಿದೆ. ಇವು ಅನೇಕ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಜನಜೀವನಕ್ಕೆ ಸಹಕಾರಿಗಳಾಗಿವೆ.

X—ಕಿರಣಗಳು ಮತ್ತು ವೈದ್ಯ ಶಾಸ್ತ್ರ

(1) ಶಸ್ತ್ರ ಚಿಕಿತ್ಸೆಯಲ್ಲಿ X ಕಿರಣಗಳು ಈಗ ಅತಿ ಮುಖ್ಯವಾದ ಒಂದು ಅಂಗವಾಗಿವೆ. ನಮ್ಮ ದೇಹದೊಳಗೆ ಒಂದು ಲೋಹದ ತುಂಡು ಒಳಗೆ ಸೇರಿದ್ದರಾಗಲಿ, ಮೂಳೆಗಳು ಮುರಿದಿದ್ದರಾಗಲಿ, ಕೆಟ್ಟ ವ್ರಣಗಳಾಗಲಿ ಇದ್ದಲ್ಲಿ, ಅವುಗಳಿರುವ ಸ್ಥಾನವನ್ನು ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಸಹಾಯದಿಂದ ನಿರ್ಧರಿಸಬಹುದು. ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನ ಸಾಂದ್ರತೆಯು ಹೆಚ್ಚಿದಂತೆಲ್ಲಾ X ಕಿರಣಗಳಿಗೆ ಅದರ ಪಾರದರ್ಶಕತ್ವವು ಕಡಮೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಅನ್ನಕೋಶದಲ್ಲಿ ನಡೆಯುವ ಅತಿ ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾದ ಅನ್ನಪಚನೆಯ ವಿಧಾನಗಳು, ಹೃದಯದ ಹೊಡೆತಗಳು, ಮತ್ತು ಶ್ವಾಸಕೋಶಗಳ ಚಲನಗಳು——ಇವುಗಳೆಲ್ಲವನ್ನೂ ಆಧುನಿಕ ಉಪಕರಣಗಳಿಂದ ಕಣ್ಣಿಗೆಕಟ್ಟಿದಂತೆ ನೋಡಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗಿದೆ. ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ಮುಂತಾದ ವ್ರಣವಿಶೇಷಗಳನ್ನೂ ಗುರ್ತಿಸಿ ಚಿಕಿತ್ಸೆ ಮಾಡಲು, X ಮತ್ತು ಗಾಮಾ ಕಿರಣಗಳು ಸಹಕಾರಿಗಳು. ಲಂಡನಿನ ಒಂದು ಆಸ್ಪತ್ರೆಯಲ್ಲಿ ಅತ್ಯಂತ ದೊಡ್ಡದಾದ ಒಂದು X ರೇ ಉಪಕರಣವಿದೆ. ಅದರ ಉದ್ದ 30 ಅಡಿ, ತೂಕ 10 ಟನ್ನುಗಳು– ಇದರಲ್ಲಿ ಬರುವ X ಕಿರಣಗಳು ಅಗಾಧ ಶಕ್ತಿಯುಳ್ಳವು.

(2) ಲೋಹಗಳ ಎರಕಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಜೋಡಣೆಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಇರಬಹುದಾದ ನ್ಯೂನತೆಗಳನ್ನು ಕಂಡು ಹಿಡಿಯಬೇಕಾದರೆ X ಕಿರಣಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ.

(3) ಕಲೆಗಳಲ್ಲಿಯೂ X ಕಿರಣಗಳಿಗೆ ಪ್ರಾಶಸ್ತ್ಯವಿದೆ. ಅಪರೂಪವಾದ ಮತ್ತು ಅಮೌಲ್ಯವಾದ ಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಲು ಲಂಡನ್ ನ್ಯಾಷನಲ್ ಗ್ಯಾಲರಿಯಲ್ಲಿ ಒಂದು X ರೇ ಯಂತ್ರವಿದೆ.

(4) ಸ್ಫಟಿಕ ವಿಜ್ಞಾನ ಶಾಸ್ತ್ರದಲ್ಲಿ X ರೇ ಗಳಿಂದ ಅತ್ಯದ್ಭುತವಾದ ಸಂಶೋಧನೆಗಳಾಗಿವೆ.

ಬಹಳ ಸೂಕ್ಷ್ಮರಚನೆಯುಳ್ಳ ಖನಿಜ ಮತ್ತು ಇತರ ಸ್ಫಟಿಕಗಳ ರಚನೆಗಳನ್ನು ಇವುಗಳ ಮೂಲಕ ಕಂಡು ಹಿಡಿಯ ಲಾಗಿದೆ. ಜಿಯೋಲೈಟ್ ಸಿಲಿಕೇಟ್ ಮತ್ತು ಮಿಶ್ರಲೋಹ ಗಳ ಒಳರಚನೆಯನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸಿದ್ದಾರೆ.

(5) ಗಾಲ್ಫ್ ಆಟದಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸುವ ಚೆಂಡು ಗಳನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಲೂ, X ಕಿರಣಗಳು ಸಾಧಕವಾಗಿವೆ.

(6) ಪ್ರಾಣಿ ಜೀವನದಲ್ಲಿ ಅತಿ ಮುಖ್ಯವೆಂದು ಕಂಡು ಬಂದಿರುವ ಪ್ರೋಟೀನ್ ಪದಾರ್ಥಗಳ ಒಳರಚನೆಯನ್ನು X ಕಿರಣಗಳ ಪರೀಕ್ಷೆಯಿಂದ ತಿಳಿಯಲಾಗಿದೆ.

(7) ಕೊನೆಯದಾಗಿ, X ಕಿರಣಗಳ ಸ್ವರೂಪದಿಂದ ಶುದ್ಧವಿಜ್ಞಾನಶಾಸ್ತ್ರಕ್ಕೆ ಮಹತ್ತಾದ ಉಪಕಾರವಾಗಿದೆ ಪರ ಮಾಣುಗಳ ರಚನೆಯಲ್ಲಿ ನಮಗೆ ತಿಳಿದು ಬಂದಿರುವ ವಿಷಯ ಗಳೆಲ್ಲಾ X-ರೇಗಳ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದಲೇ, ಪರಮಾಣುಗಳ ಪಂಕ್ತಿಯಲ್ಲಿ ಒಂದೊಂದು ವಸ್ತುವಿನ ಪರಮಾಣುವಿನ ಸ್ಥಾನ ವನ್ನು ಸೂಚಿಸತಕ್ಕ ಸಂಖ್ಯೆ ಯಾವುದೆಂಬುದು (Atomic

number) ತಿಳಿಯ ಬಂದುದು X ಕಿರಣಗಳ ಪ್ರಯೋಗಗಳ ಪ್ರಭಾವದಿಂದಲೇ. ಈ ಹಲವಾರು ನಿದರ್ಶನಗಳಿಂದ ಹಿಂದೆಂದೂ ಊಹಿಸಲಾರದಷ್ಟು ಉಪಕಾರವನ್ನು X ಕಿರಣಗಳು ಮಾಡಿವೆಯೆಂಬುದು ವ್ಯಕ್ತವಾಗುತ್ತದೆ.

ಗ್ಯಾಮಾಕಿರಣಗಳು

ರೇಡಿಯಂ, ಪೊಲೋನಿಯಂ ಮುಂತಾದ ಕೆಲವು ವಸ್ತುಗಳು ಸ್ವಾಭಾವಿಕವಾಗಿಯೇ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ವಸ್ತುಗಳಾಗಿ ಪರಿವರ್ತನೆ ಹೊಂದುತ್ತಿವೆ. ಇವುಗಳ ಪರಮಾಣುಗಳಿಂದ ಆಲ್ಫಾ, ಬೀಟಾ, ಗ್ಯಾಮಾ ಕಿರಣಗಳು ಯಾವಾಗಲೂ ಹೊರಬೀಳುವುದರಿಂದಲೇ ಈ ರೀತಿಯಾದ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಪರಮಾಣುಗಳು ಉತ್ಪನ್ನವಾಗುತ್ತವೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಗ್ಯಾಮಾ ಕಿರಣಗಳು X ಕಿರಣಗಳಿಗಿಂತ ತೀವ್ರ ಶಕ್ತಿಯುಳ್ಳವು. ಅವುಗಳ ತರಂಗದೂರವು X ಕಿರಣಗಳಿಗಿಂತ ಬಹಳ ಕಡಮೆ $\frac{1}{10}$ ಆಂ. ಮಾ.ಕ್ಕಿಂತ ಕಡಮೆ. ವೈದ್ಯಶಾಸ್ತ್ರ ಚಿಕಿತ್ಸೆಯಲ್ಲೂ, ಕೈಗಾರಿಕೆಯಲ್ಲೂ, X ಕಿರಣಗಳಿಂದ ಆಗದ ಕೆಲಸವನ್ನು ಗ್ಯಾಮಾ ಕಿರಣಗಳ ಉಪಯೋಗದಿಂದ ನಿರ್ವಹಿಸಲಾಗಿದೆ.

೮ ವಿಶ್ವಕಿರಣಗಳು

ಗ್ಯಾಮಾಕಿರಣಗಳಿಗಿಂತಲೂ ಕಡಮೆ ತರಂಗದೂರವುಳ್ಳವು ವಿಶ್ವಕಿರಣಗಳು—ಇದುವರೆಗೂ ತಿಳಿಸಿರುವ ಅಲೆಗಳೆಲ್ಲಕ್ಕಿಂತ ಬಹಳ ತೀಕ್ಷ್ಣವಾದುವು. ಅವುಗಳ ತರಂಗದೂರವು $\frac{1}{1000}$ ಆಂ.ಮಾ. ಮತ್ತು ಅದಕ್ಕಿಂತ ಕಡಮೆ ಪ್ರಮಾಣದಷ್ಟಿರುವುದು.

ಮಿಲ್ಲಿಕನ್‌ನೇ ಮೊದಲಾದ ಸುಪ್ರಸಿದ್ಧ ವೈಜ್ಞಾನಿಕರು ಇವುಗಳ ವಿಷಯವಾಗಿ ಬಹಳ ಮುಖ್ಯವಾದ ಸಂಶೋಧನೆಗಳನು ನಡೆಸಿದ್ದಾರೆ. ಅವುಗಳಿಂದನಮಗೆತಿಳಿದುಬಂದಿರುವುದೇನೆಂದರೆ: ವಿಶ್ವಕಿರಣಗಳು ನಕ್ಷತ್ರಗಳಿಂದ ಬರುವುದಿಲ್ಲ. ಬಹಳ ಎತ್ತರವಾದ ಮೇಲ್ಮಟ್ಟಗಳಲ್ಲಿ ಉತ್ಪನ್ನವಾಗುತ್ತವೆ. ಇವುಗಳ ತರಂಗ ದೂರ, ರೇಡಿಯಂನಿಂದ ಹೊರಡತಕ್ಕ ಬಹಳ ಸಣ್ಣ ತರಂಗ ದೂರವುಳ್ಳ ರಶ್ಮಿಪ್ರಸಾರಗಳಿಗಿಂತ ಕಡಮೆ. ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಗಾಳಿಯು ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಗೆ ವಾಹಕವಲ್ಲ. ಆದರೆ ಈ ಕಿರಣಗಳಿದ್ದರೆ, ಗಾಳಿಯು ವಿದ್ಯುದ್ವಾಹಕವಾಗುವುದು. 1914 ರಲ್ಲಿ ಇವುಗಳ ಸ್ವರೂಪವನ್ನು ತಿಳಿಯುವುಪಕ್ಕೆ ಸಾಧನವಾಗಿ ಒಂದು ಹಗುರವಾದ ಸ್ವಯಂಲೇಖಕ ವಿದ್ಯುನ್ಮಾಪಕ (Self-recording electroscope) ವನ್ನು ಸಾವಿರಾರು ಅಡಿಗಳ ಮೇಲೆ ಹೋಗಬಲ್ಲ ಆಕಾಶಬುಟ್ಟಿಗಳಲ್ಲಿಟ್ಟು ಕಳುಹಿಸುವ ಯಂತ್ರೋಪಕರಣಗಳನ್ನು ಮಿಲ್ಲಿಕನ್ ನಿರ್ಮಿಸಿದನು. ಈ ಆಕಾಶಬುಟ್ಟಿಗಳು 10 ಮೈಲಿಗಳವರೆಗೆ ಮೇಲಕ್ಕೆ ಹೋಗಿ ಎಲ್ಲಿಯೋಒಂದು ಕಡೆ ಬೀಳುವುವು. ಅವುಗಳನ್ನು ತೆಗೆದು ಆ ಯಂತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಉಲ್ಲೇಖಿತವಾಗಿರುವ ನಕ್ಷೆಗಳಿಂದ ಯಾವ ಎತ್ತರದಲ್ಲಿ ಉಷ್ಣದ ಮಟ್ಟ (Temperature) ಮತ್ತು ಗಾಳಿಯ ಒತ್ತಡ (Atmospheric Pressure) ಎಷ್ಟಿತ್ತು ಎಂಬುದನ್ನೂ ಮತ್ತು ಮೇಲಕ್ಕೆ ಹೋದ ಹಾಗೆಲ್ಲಾ ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುದ್ವಾಹಕ ಶಕ್ತಿಯು ಹೇಗೆ ಹೆಚ್ಚುತ್ತದೆಂಬ ವಿಷಯವನ್ನೂ ತಿಳಿಯಬಹುದು.

ಈ ವಿಧವಾದ ಸಂಶೋಧನೆಗಳು ಅಮೆರಿಕಾಖಂಡದ ಅತಿ ಎತ್ತರವಾದ ಪರ್ವತಗಳ ಮೇಲೆ ನಡೆದಿವೆ. ರೇಡಿಯಂ ನ್ಯುಂತಾದ ವಸ್ತುಗಳಿಂದ ಹೊರಡುವ ಕಿರಣಗಳಿಂದ ಆಗುವ

ಪರಿಣಾಮಗಳನ್ನು ಹೋಲಾಡಿಸಿ, ಬರೀ ವಿಶ್ವಕಿರಣಗಳ ಶಕ್ತಿ ಎಷ್ಟು ಎಂಬುದನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದಿದ್ದಾರೆ. ಈ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಗೊತ್ತುಮಾಡಬೇಕಾದರೆ ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ಗಾಳಿಗೆ ವಿದ್ಯುದ್ವಾಹಕ ಶಕ್ತಿ (Conductivity) ಎಷ್ಟಿದೆ ಎಂಬುದನ್ನು ಅಳೆಯುವುದೇ. ಒಂದು ಸರೋವರದ ನೀರಿನೊಳಗೆ 50 ಅಡಿಗಳಷ್ಟು ಆಳ ಹೋದಮೇಲೂ, ಈ ಕಿರಣಗಳು ಶಕ್ತಿಯುಳ್ಳವಾಗಿದ್ದವೆಂದು ಕಂಡುಬಂದಿತು. 6 ಅಡಿ ದಪ್ಪವುಳ್ಳ ಒಂದು ಸೀಸದಗಟ್ಟಿ ಮೂಲಕ ಹಾಯ್ದುಮೇಲೂ ಇವುಗಳ ಶಕ್ತಿ ಇರುವುದು. ವಿಶ್ವಕಿರಣಗಳು ಎಕ್ಸ್‌ಕಿರಣಗಳಿಗಿಂತ 100 ರಷ್ಟು ತೀಕ್ಷ್ಣತೆಯುಳ್ಳವು, ಒಂದು ಋಣವಿದ್ಯುತ್ಕಣ (electron) ವನ್ನು 3 ಕೋಟಿ ವೋಲ್ಟುಗಳ ಮೂಲಕ ಹಾಯಿಸುವಾಗ ಬರುವ ಶಕ್ತಿಗೆ ಸಮಾನವಾದುದು.

ಈ ವಿಶ್ವಕಿರಣಗಳು ಆಕಾಶದ ಅಂತರಾಳಗಳಲ್ಲಿ ಉತ್ಪನ್ನವಾಗುವುವೆಂದು ತಿಳಿದು ಬಂದಿದೆ, ಜಡವಸ್ತುವಿನ ನಾಶದಿಂದ ಇವುಗಳು ಉತ್ಪನ್ನವಾಗುವುವೆಂದು ಒಂದು ಮತ. ಇವುಗಳ ವಿಷಯವಾಗಿ ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚು ಸಂಶೋಧನೆಗಳು ನಡೆದು ಅವುಗಳ ಲಕ್ಷಣಗಳೂ ಉಪಯೋಗಗಳೂ ತಿಳಿಯಬೇಕು. ಈ ವಿಧವಾದ ಜ್ಞಾನವು ಮುಂದಕ್ಕೆ ಬಹಳ ಲಾಭಕರವಾಗಿ ಪರಿಣಮಿಸುವುದೆಂಬುದರಲ್ಲಿ ಸಂದೇಹವಿಲ್ಲ.

೯ ಇನ್‌ಫ್ರಾ ರೆಡ್

ಕೆಂಪು ಅಂಚಿನ ಪರಮಾವಧಿ ತರಂಗದೂರವನ್ನು ಮೀರಿಸುವ, ಮತ್ತು ಕಣ್ಣಿಗೆ ಗೋಚರವಾಗದ ಅಲೆಗಳಿಗೆ ಇನ್‌ಫ್ರಾ

ರೆಡ್ ಅಲೆಗಳೆಂದು ಹೆಸರು. ಈ ಅಲೆಗಳು ಶಾಖದ ಅಲೆಗಳ ಸ್ವರೂಪವನ್ನು ಹೊಂದಿರುವುದರಿಂದ ನಮ್ಮ ಸ್ಪರ್ಶೇಂದ್ರಿಯಕ್ಕೆ ಗೋಚರವಾಗುವುವು. ಈ ವಿಷಯವು 1800 ರಲ್ಲಿ ಹರ್‌ಷೆಲ್ ಎಂಬ ಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞನು ಮಾಡಿದ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದ ತಿಳಿಯಿತು. ಒಂದು ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಖರತ್ವಮಾಪಕವನ್ನು (Thermometer) ತೆಗೆದುಕೊಂಡು (ಅದರ ಬುರುಡೆಯನ್ನು ಮಸಿಮಾಡಿ) ಅದರ ಬುರುಡೆ (bulb) ಯನ್ನು ದೃಶ್ಯರೋಹಿತದಲ್ಲಿ ಊದಕೊನೆಯಿಂದ ಹಿಡಿದು ಕೆಂಪು ಅಂಚಿನವರೆಗೆ ಕದಲಿಸುತ್ತ ಹೋದರೆ ಯಾವ ಬದಲಾವಣೆಯೂ ಆಗುವುದಿಲ್ಲ. ಕೆಂಪಿನ ಕೊನೆಯಿಂದ ಮುಂದಕ್ಕೆ ಹೋದರೆ, ಪಾದರಸದ ಮಟ್ಟವು ಏರುತ್ತದೆ. ಈ ಶಾಖಕ್ಕೆ ಅಲ್ಲಿರುವ ಅಲೆಗಳು ಕಾರಣವೆಂದು ವಿಶದಪಡುವುದು. ಇವುಗಳೇ ಇನ್‌ಫ್ರಾರೆಡ್ ಅಲೆಗಳು. ಇವುಗಳ ತರಂಗ ದೂರದ ಅವಧಿ 7500 ಆಂ. ಮಾ. ದಿಂದ ಹಿಡಿದು ಸುಮಾರು 400,000 ಆಂ. ಮಾ. ವರೆಗೆ.

ನೀರು ಬೆಳಕಿಗೆ ಪಾರದರ್ಶಕವಾದರೂ ಶಾಖದ ಕಿರಣಗಳಿಗೆ ಪಾರದರ್ಶಕವಲ್ಲ. ಅವುಗಳನ್ನು ನೀರು ಗ್ರಹಣಮಾಡು (Absorb) ತ್ತದೆ. ಬೆಳಕಿಗೆ ಪಾರದರ್ಶಕವಲ್ಲದ ಎಬೊನೈಟ್ ವಸ್ತುವು ಶಾಖದ ಕಿರಣಗಳಿಗೆ ಪಾರದರ್ಶಕದಂತೆ ವರ್ತಿಸುತ್ತದೆ. ಇವುಗಳಿಗೂ ಕಣ್ಣಿಗೆ ಗೋಚರವಾಗುವ ಬೆಳಕಿಗೂ ಸಾಮ್ಯವಿದೆ. ಬೆಳಕಿನಂತೆಯೇ ಇವೂ ಪ್ರತಿಫಲನ ಮತ್ತು ರಶ್ಮಿಭಂಗವನ್ನು ಹೊಂದುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ಈ ಪ್ರಯೋಗಗಳಲ್ಲಿ ಬೆಳಕಿಗೆ ಉಪಯೋಗಿಸುವ ಗಾಜಿನ ಬದಲು, ಬೆಣಚುಕಲ್ಲು, ಉಪ್ಪು ಮುಂತಾದುವುಗಳಿಂದ ತಯಾರಿಸಲ್ಪಟ್ಟ ಅಶ್ರಗಗಳನ್ನು ಮತ್ತು ಮಸೂರಗಳನ್ನೂ ಉಪಯೋಗಿಸಬೇಕು-

ಸಾಮಾನ್ಯ ಬೆಳಕಿನಲ್ಲಿರುವ ವಸ್ತುಗಳ ಛಾಯಾಚಿತ್ರವನ್ನು ನೋಡುತ್ತೇವೆ. ಚಿತ್ರದ ಮೇಲೆ ಇನ್‌ಫ್ರಾರೆಡ್ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿಯೂ ಛಾಯಾಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ತೆಗೆಯಬಹುದು. ಆದರೆ ಇವುಗಳಿಗಾಗಿ ತಯಾರಿಸಲ್ಪಟ್ಟ ಪ್ಲೇಟುಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಬೇಕು. ಈ ಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ತೆಗೆಯಬೇಕಾದರೆ, ವಸ್ತುವಿನ ಮೇಲೆ ಬೆಳಕು ಬೀಳದಂತೆ ಕೆಲವು ವಿಶೇಷರೀತಿಯ ಶೋಧಕಗಳ (Filters) ಸಹಾಯದಿಂದ ತಡೆದು, ಬರೀ ಇನ್‌ಫ್ರಾರೆಡ್ ಬೆಳಕನ್ನು ಮಾತ್ರ ಬಿಡಬೇಕು. ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ಮಂಜು ಮುಸುಕುತ್ತಿದ್ದರೂ ಕೂಡ ಈ ಇನ್‌ಫ್ರಾರೆಡ್ ಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ಸುಲಭವಾಗಿ ತೆಗೆಯಬಹುದು. ಇವುಗಳ ತರಂಗದೂರ ಹೆಚ್ಚಾದುದರಿಂದ, ಇನ್‌ಫ್ರಾರೆಡ್ ಕಿರಣಗಳು ಚೆದರಿಸಲ್ಪಡದೆ, ಮಂಜಿನ ಮೂಲಕವೂ ಹಾಯಬಲ್ಲವು- ಆದುದರಿಂದ, ಅಸ್ಪಷ್ಟವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿಯೂ ಕತ್ತಲೆಯಲ್ಲಿಯೂ ಕೂಡ, ಈ ವಿಧವಾದ ಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ತೆಗೆಯಬಹುದು. ಅವುಗಳ ಸಾಮಾನ್ಯ ಬೆಳಕಿನಲ್ಲಿ ತೆಗೆದ ಚಿತ್ರಗಳಿಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ವಿವರಗಳನ್ನು ಸ್ಪಷ್ಟಪಡಿಸುತ್ತವೆ. ಎಷ್ಟೋ ಮಾಸಪತ್ರಿಕೆಗಳಲ್ಲಿಯೂ, ಪುಸ್ತಕಗಳಲ್ಲಿಯೂ, ಮೇಲೆ ಹೇಳಿದಂತೆ ತೆಗೆದ ಚಿತ್ರಗಳಿರುವುವು. ಇನ್‌ಫ್ರಾರೆಡ್ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ಟೆಲಿವಿಷನ್‌ನಲ್ಲಿಯೂ ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ.

೧೦. ಆಕಾಶವಾಣಿ ಅಲೆಗಳು

ಮೇಲೆ ಹೇಳಿದ ಇನ್‌ಫ್ರಾರೆಡ್ ಅಲೆಗಳ ಪರಮಾವಧಿ ತರಂಗದೂರವಾದ 4000,000 ಆಂ. ಮಾ. ಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚಾದ

ತರಂಗದೂರದ ಅಲೆಗಳೇ ಆಕಾಶವಾಣಿ ಅಥವಾ ವೈರ್ಲೆಸ್‌ನಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗವಾಗುವುವು. ಸಾಧಾರಣವಾಗಿ ಉಪಯೋಗದಲ್ಲಿರುವ ತರಂಗದೂರಗಳು ಸುಮಾರು 10 ಮೀಟರ್‌ಗಳಿಂದ ಹಿಡಿದು 2000 ಮೀಟರ್‌ಗಳ ವರೆಗೆ ಇರುವುವು. [11 ಗಜಗಳಿಂದ 2200 ಗಜಗಳವರೆಗೆ] ಈ ಪ್ರಮಾಣಗಳನ್ನು ಬೆಳಕಿನ ಅಲೆಗಳ ತರಂಗದೂರಕ್ಕೆ ಹೋಲಿಸಿದರೆ ಎಷ್ಟು ಹೆಚ್ಚಾಗಿವೆಯೆಂಬುದು ವ್ಯಕ್ತವಾಗುತ್ತದೆ. ಟೆಲಿವಿಷನ್‌ನಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸುವ ಅಲೆಗಳ ತರಂಗದೂರಗಳು 4 ರಿಂದ 8 ಮೀಟರ್‌ಗಳ ವರೆಗೆ ಇರುವುವು.

ಈ ಪುಸ್ತಕದಲ್ಲಿ ನಾವು ಅಲೆಗಳ ವಿಚಾರ ಹೇಳುತ್ತಿರುವುದರಿಂದ ಆಕಾಶವಾಣಿ ಅಲೆಗಳು ಯಾವರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಪ್ರಸಾರವಾಗುತ್ತವೆಂಬುದನ್ನು ಸ್ಥೂಲವಾಗಿ ವಿವರಿಸಬೇಕು. ಇಲ್ಲಿ ನಾವು ವೈರ್ಲೆಸ್‌ನಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸುವ ಯಂತ್ರಸಾಧನಗಳ ವಿಮರ್ಶೆಮಾಡಲು ಅವಕಾಶವಿಲ್ಲ. ಕೇವಲ ಮೂಲತತ್ವವನ್ನು ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳಲು ಬೇಕಾದ ಕೆಲವು ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಮಾತ್ರ ವಿವರಿಸಿದೆ.

ಈಗ ವಿಚಾರಮಾಡಬೇಕಾದದ್ದು ಏನೆಂದರೆ :—ಬ್ರಾಡ್‌ಕಾಸ್ಟಿಂಗ್‌ನಲ್ಲಿ ಮಾತು ಅಥವಾ ಸಂಗೀತ ಯಾವ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಒಂದುಕಡೆಯಿಂದ ಸಾವಿರಾರು ಮೈಲಿಗಳ ದೂರವಿರುವ ಮತ್ತೊಂದುಕಡೆಗೆ ಅಷ್ಟು ಹೆಚ್ಚಾದ ವೇಗದಿಂದ ಪ್ರಸಾರವಾಗಿ ನಮಗೆ ಕೇಳಬರುತ್ತದೆ? ಉದಾಹರಣೆಗಾಗಿ ಲಂಡನಿನಲ್ಲಿರುವ ಬಿಗ್‌ಬೆನ್ ಗಡಿಯಾರದ ಗಂಟೆಗಳ ಶಬ್ದವು ಸಾವಿರಾರು ಮೈಲಿಗಳ ದೂರದಲ್ಲಿ ಮೈಸೂರಿನಲ್ಲಿರುವ ನಮಗೆ ಅಷ್ಟೇ ಗಟ್ಟಿಯಾಗಿಯೂ ಏನೂ ಕಾಲವಿಳಂಬವಿಲ್ಲದೆಯೂ ಕೇಳಿಸುತ್ತದೆಯಲ್ಲ; ಈ ಆಶ್ಚರ್ಯದ ಮರ್ಮವೇನು ?

ಇದನ್ನು ವಿಮರ್ಶಿಸುವಾಗ ಎರಡು ಮುಖ್ಯ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ತಿಳಿಯುಬೇಕು.—

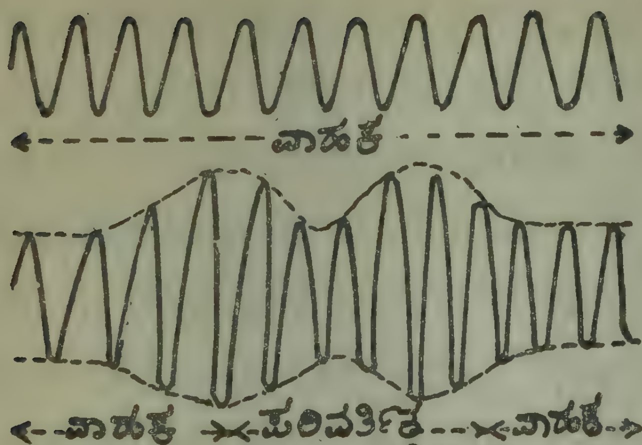
1 ನಾವು ಎಷ್ಟೇ ಗಟ್ಟಿಯಾಗಿ ಕೂಗಿಕೊಂಡರೂ, ನಮ್ಮ ಶಬ್ದವು ಸ್ವಲ್ಪದೂರದ ಆಚೆ ಕೇಳಿಸಲಾರದು. ಅದರ ಶಕ್ತಿಯು ಸ್ವಲ್ಪದೂರ ಹೋಗುವುದರಲ್ಲಿ ಕುಂದುತ್ತದೆ. ಆದುದರಿಂದ, ಲಂಡನ್ನಿನಲ್ಲಿ ಆದ ಶಬ್ದವು ನಮಗೆ ಇಲ್ಲಿ ಕೇಳಿಸಲು ಅಸಾಧ್ಯ.

2 ಶಬ್ದವು ಸ್ವಾಭಾವಿಕವಾಗಿ, ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ ಒಂದು ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ ಸುಮಾರು 1120 ಅಡಿಗಳ ದೂರ ಪ್ರಯಾಣ ಮಾಡುತ್ತದೆ. ಈ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಪ್ರಯಾಣಮಾಡುವ ಶಬ್ದವು ಲಂಡನ್‌ನಿಂದ ನಾವಿರುವ ಸ್ಥಳಕ್ಕೆ ಬಂದು ನಮ್ಮನ್ನು ಮುಟ್ಟಲು ಸುಮಾರು 8 ಘಂಟೆಗಳಾಗುವುದು. ಆದರೆ, ರೇಡಿಯೋದಲ್ಲಿ ನಮಗೆ ಕೇಳಿಸುವ ಶಬ್ದವು ಲಂಡನ್‌ನಲ್ಲಿ ಯಾವಾಗ ಹೊರಡುತ್ತದೆಯೋ ತತ್‌ಕ್ಷಣದಲ್ಲಿಯೇ ಕೇಳಿಸುತ್ತದೆ. ಹೀಗಾಗಬೇಕಾದರೆ, ಆ ಶಬ್ದವು ಅತಿ ವೇಗವಾದ ವಾಹಕದ ಮೂಲಕ ಪ್ರವಹಿಸಿದರೆ ಮಾತ್ರ ಸಾಧ್ಯ. ಈ ಶಬ್ದವು ಬೆಳಕಿನ ವೇಗದಿಂದ (ಒಂದು ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ 186,000 ಮೈಲಿಗಳು) ಪ್ರಯಾಣಮಾಡತಕ್ಕ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ (Electromagnetic) ಅಲೆಗಳ ಮೂಲಕ ಪ್ರವಹಿಸಿದರೆ ಮಾತ್ರ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಪ್ರಯಾಣಮಾಡಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುತ್ತದೆ.

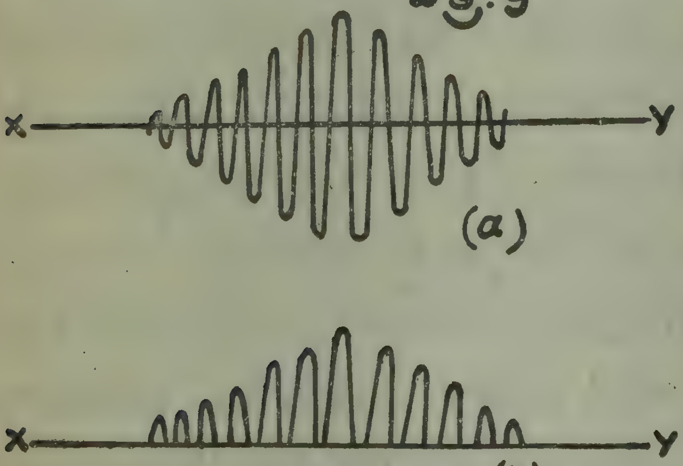
ಶಬ್ದವು ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ಅಲೆಗಳ ಮೂಲಕ ಹೇಗೆ ಪ್ರವಹಿಸುತ್ತದೆಂಬುದನ್ನು ನೋಡೋಣ. ಲಂಡನ್‌ನ ಬ್ರಾಡ್‌ಕಾಸ್ಟಿಂಗ್ ಸ್ಟೇಷನ್‌ನಲ್ಲಿ ಹೊರಟ ಶಬ್ದವು ಮೊದಲು ಕೆಲವು ಉಪಕರಣಗಳಿಂದ ಒಂದು ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವಾಗಿ ಪರಿವರ್ತನೆ ಹೊಂದುತ್ತದೆ. ಅದೇ ಸ್ಟೇಷನ್ನಿನಲ್ಲಿ ಇನ್ನು ಬೇರೆ ಉಪ

ಕರಣಗಳಿಂದ ಸಾವಿರಾರು ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯುಳ್ಳ ವಿದ್ಯುತ್ ಸ್ಪಂದನಗಳು (High frequency electric oscillations) ಏರಿಯಲ್ ತಂತಿಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರವಹಿಸುತ್ತವೆ. ಬಹಳ ಎತ್ತರವಾಗಿರುವ ಈ ಏರಿಯಲ್ ತಂತಿಗಳನ್ನು ಬ್ರಾಡ್‌ಕಾಸ್ಟಿಂಗ್ ಸ್ಟೇಷನ್‌ಗಳಿರುವ ಜಾಗಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಕಾಣಬಹುದು. ಈ ತಂತಿಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರವಹಿಸುವ ವಿದ್ಯುತ್ ಸ್ಪಂದನಗಳ ದೆಸೆಯಿಂದ ಅದೇ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯುಳ್ಳ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ಅಲೆಗಳು ಪ್ರಸಾರವಾಗುತ್ತವೆ. 9ನೆಯ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿರುವುವು ಇಂಥ ವಾಹಕ ಅಲೆಗಳು. ಈ ಅಲೆಗಳೇ, ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಿಸಲ್ಪಟ್ಟ ಶಬ್ದವನ್ನು ಬೆಳಕಿನ ವೇಗದಲ್ಲಿ ಎಲ್ಲಾ ದಿಕ್ಕುಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಒಯ್ಯುತ್ತವೆ. ಇವುಗಳ ವೇಗವು ಒಂದು ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ 186,000 ಮೈಲಿಗಳ ದೂರ ಎಂದರೆ, ಒಂದು ಸೆಕೆಂಡಿನಲ್ಲಿ ಈ ಅಲೆಗಳು ನಮ್ಮ ಭೂಮಿಯ ಸುತ್ತಲೂ ಸುಮಾರು 7 ಆವರ್ತಿ ಸುತ್ತಬಲ್ಲವು. ಈ ಅಲೆಗಳನ್ನು ನಾವು ನಮ್ಮ ಯಂತ್ರ ಸಾಧನಗಳಿಂದ ಹಿಡಿದು ಮತ್ತೆ ಆ ಅಲೆಗಳು ಒಯ್ಯುತ್ತಿರುವ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಶಬ್ದರೂಪಕ್ಕೆ ಪರಿವರ್ತಿಸಿ ಕೇಳಬಹುದು.

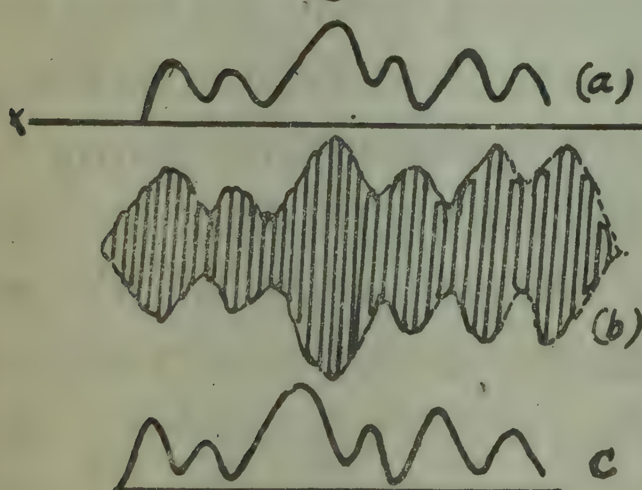
ಬ್ರಾಡ್‌ಕಾಸ್ಟಿಂಗ್‌ನಲ್ಲಿಯೂ ಮತ್ತು ನಾವು ಬ್ರಾಡ್‌ಕಾಸ್ಟನ್ನು ಹಿಡಿಯಲು ಉಪಯೋಗಿಸುವ ಗ್ರಾಹಕ (receiving sets) ಉಪಕರಣಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಇರುವ ವಿವರಗಳನ್ನೆಲ್ಲಾ ತಿಳಿಸಬೇಕಾದರೆ ಒಂದು ಬೇರೆ ಗ್ರಂಥವೇ ಬೇಕಾಗುವುದು. ಪ್ರಕೃತದಲ್ಲಿ ನಮಗೆ ಬೇಕಾಗಿರುವುದು: ಶಬ್ದವು ಯಾವ ಸಾಧನದ ದೆಸೆಯಿಂದ ಅಷ್ಟು ದೂರ ಅಷ್ಟು ಜಾಗ್ರತೆಯಾಗಿ ಪ್ರಸಾರವಾಯಿತು ಎಂಬುದನ್ನು ತಿಳಿಯುವುದೇ. ಏರಿಯಲ್ ತಂತಿಗಳಲ್ಲಿ ಆಗುವ ಅತಿ ಹೆಚ್ಚಾದ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯುಳ್ಳ



ಚಿತ್ರ.9



ಚಿತ್ರ-10



ಚಿತ್ರ-11

ಚಿತ್ರ 11 (a) ಮಾತನಾಡುತ್ತಿರುವಾಗ ಮೈಕ್ರೋಫೋನಿನಿಂದ ಬರುವ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹದ ಬದಲಾವಣೆಗಳು

ಚಿತ್ರ 11 (b) ಏರಿಯಲ್ ಮೂಲಕ ಹೋಗುವಾಗ ವಾಹಕ ಅಲೆಗಳನು ಪರಿವರ್ತಿಸುವುದರಿಂದ ಆಗುವ ಬದಲಾವಣೆಗಳು.

ಚಿತ್ರ 11 (c) ಪರಿವರ್ತಕವಾಹಕಅಲೆಗಳು ಗ್ರಾಹಕ ಏರಿಯಲ್‌ನಿಂದ ಹಿಡಿಯಲ್ಪಟ್ಟು ಗ್ರಾಹಕ ಯಂತ್ರದಮೂಲಕ ಕೊನೆಯಲ್ಲಿ ತಾರಕ ವಾಚಕಕ್ಕೆ ಹೋಗುವ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹದ ಬದಲಾವಣೆಗಳು. ಇವು ಮೊದಲನೆಯದರಲ್ಲಿ ಇದ್ದಂತೆಯೇ ಇವೆ.

ವಿದ್ಯುತ್‌ಸ್ಪಂದನಗಳು, ವಾಹಕ ಅಲೆಗಳನ್ನು ಹೊರಡಿಸುತ್ತವೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಮುಖ್ಯ ಸಾಧನ ಥರ್ಮಿಯಾನಿಕ್ ವಾಲ್ವ್. ಮಾತ ನಾಡುವವನಾಗಲಿ, ಹಾಡುವವನಾಗಲಿ ಒಂದು ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಧ್ವನಿವರ್ಧಕಯಂತ್ರದ (microphone) ಮುಂದುಗಡೆ ನಿಂತು ಶಬ್ದಮಾಡುತ್ತಾನೆ. ಈ ಮಾತುಗಳಿಗನುಸಾರವಾಗಿ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಪ್ರಮಾಣಗಳುಳ್ಳ ವಿದುತ್ಪ್ರವಾಹಗಳುಂಟಾಗುತ್ತವೆ. ಚಿತ್ರ (9) ರಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿರುವುದು ಈ ರೀತಿಯಾಗಿ ಪರಿವರ್ತನೆ ಹೊಂದಿದ ಬದಲಾವಣೆಗಳು. ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಶಬ್ದಗಳಿಗೆ ಅನು ಗುಣವಾಗಿ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ವಿಧವಾಗಿ, ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿರುವಂತೆ ವಂತೆ, ಬದಲಾವಣೆಗಳಾಗುವುವು. ಈ ಪ್ರವಾಹಕ್ಕೂ ಏರಿಯಲ್ ತಂತಿಗಳಲ್ಲಿ ಹೊರಡುವ ವಿದ್ಯುತ್‌ಸ್ಪಂದನಗಳಿಗೂ ಸಂಬಂಧ ವನ್ನು ಕಲ್ಪಿಸಿದರೆ ಆ ವಾಹಕ ಅಲೆಗಳ ರೂಪವು ಪರಿವರ್ತಿತ ವಾಗುವುದು. ಮೊದಲಿನ ವಾಹಕ ಅಲೆಗಳಿಗೂ ಪರಿವರ್ತಿತ ಅಲೆಗಳಿಗೂ ಇರುವ ವ್ಯತ್ಯಾಸವನ್ನು ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ಕಾಣಬಹುದು. ಈ ಅಲೆಗಳು ಪ್ರಸಾರವಾಗುತ್ತಿರುವಾಗ ಮಾರ್ಗದಲ್ಲಿರುವ ಗ್ರಾಹಕ ಏರಿಯಲ್ ತಂತಿಯ ಮೇಲೆ ಬಿದ್ದರೆ ಆ ತಂತಿಯಲ್ಲಿ ಅವುಗಳಿಗನುಗುಣವಾದ ವಿದ್ಯುತ್ ಸ್ಪಂದನಗಳುಂಟಾಗುತ್ತವೆ. ಚಿತ್ರ 10 (a) ಕಾಣಬರುವಂತೆ ಇವುಗಳು xy ಎಂಬ ನೇರಕ್ಕೆ ಮೇಲಕ್ಕೂ ಕೆಳಕ್ಕೂ ಇರುತ್ತವೆ. ಇವುಗಳನ್ನು ಡಿಟೆಕ್ಟರ್ ವಾಲ್ವ್ (ಇದೂ ಒಂದು ಥರ್ಮಿಯಾನಿಕ್‌ವಾಲ್ವ್) ಮೂಲಕ ಹಾಯಿಸಿದರೆ, ಈ ಅಲೆಗಳ ತಗ್ಗುಗಳೆಲ್ಲಾ (xy ನೇರಕ್ಕೆ ಕೆಳ ಭಾಗದಲ್ಲಿರುವ ಸ್ಪಂದನಗಳೆಲ್ಲಾ) ಅಳಿಸಿಹೋಗಿ ಉಬ್ಬುಗಳು ಮಾತ್ರ ನಿಲ್ಲುತ್ತವೆ. ಇದನ್ನು ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ನೋಡಬಹುದು. ಇವುಗಳನ್ನು ತಾರವಾಚಕ (ಲೌಡ್ ಸ್ಪೀಕರ್) ದ ಮೂಲಕ

ಹೋಗುವ ಹಾಗೆ ಮಾಡಿದರೆ, ಚಿತ್ರ 11 ರಲ್ಲಿ ಕಾಣುವಂತೆ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹದ ಬದಲಾವಣೆಗಳು ಮೈಕ್ರೋಫೋನಿನಿಂದ ಮೊದಲು ಹೊರಟ ಬದಲಾವಣೆಗಳ ಸತ್ಯಪ್ರತಿಯಾಗುತ್ತವೆ. ಇವುಗಳು ಮತ್ತೆ ಶಬ್ದದ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಪರಿವರ್ತಿತವಾಗುತ್ತವೆ. ಇದೇ ವೈರ್ಲೆಸ್ ಅಲೆಗಳ ಪ್ರಸಾರದ ಮೂಲತತ್ವ.

ಎರಡು ಮುಖ್ಯ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಗಮನದಲ್ಲಿಡಬೇಕು. ಬ್ರಾಡ್‌ಕಾಸ್ಟಿನ ಮಾತು ಅಥವಾ ಶಬ್ದಗಳು ವಾಹಕ ಅಲೆಗಳ ತರಂಗದೂರಗಳನ್ನು ಬದಲಾಯಿಸುವುದಿಲ್ಲ. ಅವುಗಳ ಪಾರಗಳಲ್ಲಿ ಮತ್ತು ರೂಪದಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಪರಿವರ್ತನೆಯಾಗುತ್ತದೆ. ಆಕಾಶದಲ್ಲಿ ಸಂಚರಿಸುತ್ತಿರುವ ವಾಹನರೂಪದ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ಅಲೆಗಳಿದ್ದೇ ಇರಬೇಕು. ಇವುಗಳಿಲ್ಲದಿದ್ದರೆ, ಮೈಕ್ರೊಫೋನಿನ ಮುಂದೆ ಹಾಡುವವನಿಗೆ ವೃಥಾ ಕಂಠ ಶೋಷಣವೇ ಸರಿ.

ಟೆಲಿವಿಷನ್ : ವೈರ್ಲೆಸಿಗೂ ಟೆಲಿವಿಷನ್‌ಗೂ ಬಹಳ ಸಾಮ್ಯವಿದೆ. ವೈರ್ಲೆಸ್‌ಲ್ಲಿ ಶಬ್ದವು ಒಯ್ಯಲ್ಪಡುತ್ತದೆ. ಟೆಲಿವಿಷನ್‌ನಲ್ಲಿ ಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ಒಯ್ಯಬಹುದು.

ಯಾವನಾದರೂ ಒಬ್ಬ ಮನುಷ್ಯನ ರೂಪವನ್ನು ಕಳುಹಿಸಬೇಕಾದರೆ ಅವನು ಒಂದು ಸ್ಟೂಡಿಯೋವಿನಲ್ಲಿ ಕುಳಿತಿದ್ದಾನೆಂದುಕೊಳ್ಳೋಣ. ಒಂದು ಪ್ರಕಾಶವಾದ ದೀಪದಿಂದ ಒಂದು ಸಂಕುಚಿತವಾದ ಕಿರಣಗಳ ಸಂಚಯ (Norrow beam) ವನ್ನು ಹೊರಡಿಸಿ, ಒಂದು ಬೆಳಕಿನ ಕಲೆಯನ್ನು (Spot of light) ಮನುಷ್ಯನ ಮುಖದ ಮೇಲೆ ಒಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಓಡಾಡುವ ಹಾಗೆ ಮಾಡಬೇಕು. ಅವನ ಮುಖದ ಮೇಲೆ ಇರುವ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಭಾಗಗಳನ್ನೆಲ್ಲಾ ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾಗಿ

ಪರಿಶೀಲಿಸುವ ವಿಧಾನ (Scanning) ವಿದು. ಹೀಗೆ ಓಡಾಡು ತ್ತಿರುವ ಬೆಳಕು ಒಂದೊಂದು ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿಯೂ ಪ್ರತಿಫಲಿತ ವಾಗಿ, ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಪ್ರಮಾಣವುಳ್ಳದ್ದಾಗಿರುತ್ತದೆ. ಉದಾ ಹರಣೆಗಾಗಿ, ಹಲ್ಲುಗಳಿಂದ ಪ್ರತಿಫಲಿತವಾದ ಬೆಳಕಿನ ಪ್ರಕಾಶ ಪ್ರಮಾಣ (Intensity) ಹೆಚ್ಚಾಗಿಯೂ, ಕೂದಲಿನಿಂದ ಪ್ರತಿ ಫಲಿತವಾದ ಬೆಳಕಿನ ಪ್ರಕಾಶವು ಕಡಮೆಯಾಗಿಯೂ ಇರು ವುದು. ಈ ರೀತಿಯಾಗಿ ಮುಖದ ಮೇಲಿರುವ ಜಾಗಗಳ ಸ್ವರೂಪಕ್ಕೆ ಅನುಗುಣವಾಗಿರುವ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಪ್ರಕಾಶ ಪ್ರಮಾಣಗಳೆಲ್ಲಾ ಒಂದು ದ್ಯುತೀಯವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶದ (Photo-electric cell) ಮೇಲೆ ಬೀಳುತ್ತವೆ. ಮೇಲೆ ನೋಡಲು ಒಂದು ಬಲ್ಬ್‌ನಂತಿರುವ ಈ ಕೋಶದ ಮೇಲೆ ಬೆಳಕು ಬಿದ್ದರೆ, ಆ ಬೆಳಕು ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವಾಗಿ ಬದಲಾವಣೆ ಹೊಂದುತ್ತದೆ. ಬೆಳಕಿನ ಪ್ರಕಾಶವು ಹೆಚ್ಚಾಗಿದ್ದರೆ, ವಿದ್ಯು ತ್ಪ್ರವಾಹವು ಅಧಿಕವಾಗಿಯೂ, ಕಡಮೆಪ್ರಕಾಶದಿಂದ ಕಡಮೆ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವೂ ಇರುತ್ತದೆ. ಆದುದರಿಂದ ಈ ಕೋಶ (cell) ದಿಂದ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಪ್ರಮಾಣಗಳುಳ್ಳ (ಬೆಳಕಿನ ಪ್ರಕಾಶಗಳಿಗೆ ಅನುಗುಣವಾದ) ವಿದುತ್ಪ್ರವಾಹ ಹೊರಡುತ್ತದೆ. ಇದನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸಿ (amplified) ಏರಿಯಲ್‌ನಿಂದ ಹೊರಡುವ ವಾಹಕ ಅಲೆಗಳ ಮೂಲಕ ಒಯ್ಯಲಾಗುತ್ತದೆ. ಇನು ಮುಂದೆಲ್ಲಾ ವೈರ್ಲೆಸ್ ಅಲೆಗಳಲ್ಲಿರುವಂತೆಯೇ ಇರುತ್ತದೆ. ಆದರೆ, ಈ ಅಲೆಗಳನ್ನು ಹಿಡಿದ ಮೇಲೆ, ಗ್ರಾಹಕ (ರಿಸೀವಿಂಗ್) ಸೆಟ್‌ನಲ್ಲಿ ಕೊನೆಯಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಸ್ವಲ್ಪ ಬದಲಾವಣೆಯಿದೆ. ವೈರ್ಲೆಸ್‌ಸೆಟ್ಟಿನಲ್ಲಿ ಶಬ್ದ ಲೌಡ್‌ಸ್ಪೀಕರ್‌ಮೂಲಕ ಬರುತ್ತದೆ. ಆದರೆ, ಇಲ್ಲಿ ಅದಕ್ಕೆ ಬದಲಾಗಿ ಒಂದು ನಿಯಾನ್ ದೀಪ

ವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಬೇಕು, ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹದ ಬದಲಾವಣೆಗಳು ಈ ದೀಪದ ಮೇಲೆ ಬಿದ್ದರೆ, ಅವುಗಳಿಗನುಗುಣವಾದ ಪ್ರಕಾಶ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳಾಗುವುವು ಇವುಗಳನ್ನೆಲ್ಲಾ ಮತ್ತೆ ಒಟ್ಟುಗೂಡಿಸಿದರೆ ಕಳುಹಿಸುವ ಜಾಗದಲ್ಲಿ ಕುಳಿತಿದ್ದ ಮನುಷ್ಯನ ಚಿತ್ರ ನಮಗೆ ಕಾಣುವುದು.

ಈ ವಿವರಣೆಯಿಂದ ತಿಳಿಯಬರುವುದು ಒಂದು ಮುಖ್ಯ ವಿಷಯ. ಟೆಲಿವಿಷನ್‌ನಲ್ಲಿಯೂ, ವೈರ್ಲೆಸ್‌ನಲ್ಲಿಯೂ ಹೊರಡುವ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ಅಲೆಗಳಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಗುವ ಪರಿವರ್ತನೆಯು ಒಂದೇತರಹದ್ದು. ಒಂದರಲ್ಲಿ ಶಬ್ದವನ್ನು ಮೈಕ್ರೋಫೋನಿನಿಂದ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹರೂಪಕ್ಕೆ ಪರಿವರ್ತಿಸಿ ಮತ್ತೆ ಲೌಡ್‌ಸ್ಪೀಕರಿನಿಂದ ಶಬ್ದಕ್ಕೆ ಬದಲಾಯಿಸುತ್ತದೆ ಇನ್ನೊಂದರಲ್ಲಿ, ದ್ಯುತೀಯ ವಿದ್ಯುತ್ಕೋಶದ ಮೇಲೆ ಬಿದ್ದ ಬೆಳಕು ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವಾಗಿ ಪರಿಣಮಿಸಿ, ಮತ್ತೆ ನಿಯಾನ್ ದೀಪದಿಂದ ಬೆಳಕಿನ ರೂಪಕ್ಕೇ ಪರಿವರ್ತನೆಯಾಗುವುದು.

ಈಗ ಇನ್ನೊಂದು ಮುಖ್ಯ ವಿಷಯವನ್ನು ತಿಳಿಸಬೇಕು. ಆಕಾಶದಲ್ಲಿ ಸಂಚರಿಸುತ್ತಿರುವ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ಅಲೆಗಳನ್ನು ನಾವು ನಮ್ಮ ಗ್ರಾಹಕ ಏರಿಯಲ್ ತಂತಿಗಳಲ್ಲಿ (Receiving aerial) ಹಿಡಿಯಬೇಕಾದರೆ, ನಾವು ಹಿಡಿಯಬೇಕೆಂದಿರುವ ಅಲೆಗಳ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯೂ, ನಮ್ಮ ಏರಿಯಲ್‌ನಲ್ಲಿ ಪ್ರವಹಿಸುತ್ತಿರುವ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹದ ಸ್ಪಂದನಗಳ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯೂ ಸಮನಾಗಿರಬೇಕು. ಹೀಗೆ ಸಮಪಡಿಸುವುದಕ್ಕೆ ನಾವು ಟ್ಯೂನಿಂಗ್ ಎಂಬುದಾಗಿ ಹೇಳುತ್ತೇವೆ. ಒಂದೊಂದು ಸ್ಟೇಷನ್ನಿಂದ ಹೊರಡುವ ಅಲೆಗಳ ತರಂಗದೂರವೂ ಒಂದೊಂದು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಸಂಖ್ಯೆಯುಳ್ಳದ್ದಾಗಿರುತ್ತದೆ.

ಆದುದರಿಂದ ಒಂದೊಂದಕ್ಕೂ ತಕ್ಕಂತೆ ನಾವು ನಮ್ಮ ಗ್ರಾಹಕ ಸೆಟ್‌ಗಳಲ್ಲಿ ಶ್ರುತಿ (ಟ್ಯೂನ್) ಮಾಡಬೇಕು.

೧೧ ಶಬ್ದದ ಅಲೆಗಳು

ಇದುವರೆಗೂ ವಿವರಿಸಿರುವ ಅಲೆಗಳೆಲ್ಲಾ ವಿದ್ಯುತ್ಕಾಂತೀಯ ಅಲೆಗಳು. ಅವುಗಳ ಲಕ್ಷಣಗಳು ಬೆಳಕಿನ ಅಲೆಗಳ ಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ಹೋಲುವುದೆಂದು ಹೇಳಿದೆ. ಈಗ ಮತ್ತೊಂದು ಮುಖ್ಯವಾದ ಲಾಂಗಿಟ್ಯೂಡಿನಲ್ ಅಲೆಗಳ ಗುಂಪಿಗೆ ಸೇರಿರುವ ಶಬ್ದದ ಅಲೆಗಳನ್ನು ವಿವರಿಸಲಾಗುವುದು.

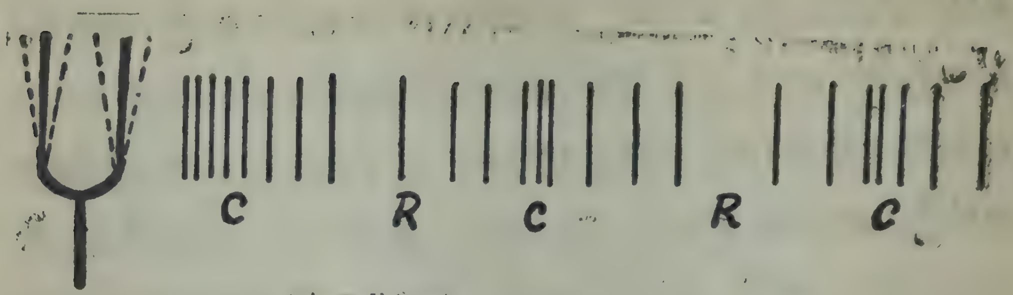
ಶಬ್ದವು ನಮಗೆ ಕೇಳಿಸಬೇಕಾದರೆ ಮೂರು ಅಂಶಗಳು ಅಗತ್ಯ—ಮೊದಲನೆಯದು ಸ್ಪಂಧಿಸುವ ವಸ್ತು. ಎರಡನೆಯದು ಅಲೆಗಳನ್ನು ಒಯ್ಯಲು ಬೇಕಾಗಿರುವ ಜಡಸ್ವರೂಪವಾದ ಮಧ್ಯವರ್ತಿ ಮತ್ತು ಮೂರನೆಯದು ನಮ್ಮ ಕಿವಿ.

ಶಬ್ದವು ಪ್ರಸಾರವಾಗುತ್ತಿರುವಾಗ ಮಧ್ಯವರ್ತಿಯಲ್ಲಿ ಆಗುವ ಬದಲಾವಣೆಗಳನ್ನು ತಿಳಿಯಲು ಎರಡು ಕವಲುಗಳುಳ್ಳ ಲೋಹದ ಉಪಕರಣ (ಟ್ಯೂನಿಂಗ್ ಫೋರ್ಕ್) ಒಳ್ಳೆಯ ಸಹಕಾರ.

ಈಲೋಹದ ಕವೆ ಶಬ್ದವನ್ನು ಹೊರಡಿಸುತ್ತಿರುವಾಗ, ಅದರ ಎರಡು ಕವಲುಗಳು (A ಮತ್ತು B. ಚಿತ್ರ 12) ಅದುರುತ್ತವೆ. ಹೀಗೆ ಅದುರುವಾಗ ಅವು ಕೆಲವುವೇಳೆ ಬಹಳ ಹತ್ತಿರವೂ (A′B′) ಮತ್ತೆ ಕೆಲವುವೇಳೆ (A″B″) ದೂರವೂ ಪರ್ಯಾಯವಾಗಿ ಹೋಗುತ್ತಿರುತ್ತವೆ. A B ಸ್ಥಾನದಿಂದ

A′B′ ಗೆ ಬಂದು A″B″ ಗೆ ಹೋಗಿ ತಿರುಗಿ A B ಬಂದರೆ ಒಂದು ಸ್ಪಂದನ ಮಾಡಿತು ಎಂದು ಲೆಖ್ಖ. ಈ ರೀತಿಯಾಗಿ ಒಂದು ಸೆಕೆಂಡಿನಲ್ಲಿ ಎಷ್ಟು ಆವರ್ತಿ ಸ್ಪಂದನಮಾಡಬಲ್ಲುದೋ ಅದಕ್ಕೆ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆ ಎಂದು ಹೆಸರು. ಒಂದೊಂದು ಲೋಹದ ಕವೆ ಒಂದೊಂದು ಗೊತ್ತಾದ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆ ಯನ್ನು ಹೊಂದಿರುತ್ತದೆ. ಅದರಿಂದ ಹೊರಡುವ ಸ್ವರವು ಈ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು ಅವಲಂಬಿಸಿರುತ್ತದೆ.

ಮೇಲೆ ಹೇಳಿದಂತೆ ಫೋರ್ಕಿನ ಕವೆಗಳು ಅದುರುತ್ತಿರುವಾಗ ಅದರ ಸಮೀಪದಲ್ಲಿರುವ ಗಾಳಿಯ ಕಣಗಳು ಸ್ಥಾನ ಭೇದಗಳನ್ನು ಹೊಂದುತ್ತವೆ. ಅದರ ಪರಿಣಾಮವಾಗಿ ಮೊದಲೇ ತಿಳಿಸಿರುವಂತೆ ಒಂದು ಅಲೆಯು ಪ್ರಸಾರವಾಗುತ್ತದೆ. ಈ ಜಾತಿಯ ಅಲೆಯಲ್ಲಿ, ಕಣಗಳು ಸ್ಪಂದನ ಮಾಡುವ ನೇರವೂ ಅಲೆಯ ಪ್ರಸಾರದ ನೇರವೂ ಒಂದೇ ಆಗಿರುವುದರಿಂದ ಇದಕ್ಕೆ ಲಾಂಗಿಟ್ಯೂಡಿನಲ್ ಅಲೆ ಎಂದು ಹೆಸರು. ಇದರ ದೆಸೆಯಿಂದ ಮಾರ್ಗದಲ್ಲಿರುವ ಗಾಳಿಯ ಕಣಗಳೆಲ್ಲಾ ತಮ್ಮ ಸ್ಥಾನಗಳಿಂದ ಸ್ವಲ್ಪ ಹಿಂದಕ್ಕೂ ಮುಂದಕ್ಕೂ ಸ್ಪಂದನ ಮಾಡತೊಡಗುತ್ತವೆ. ಹೀಗೆ ಮಾಡುವುದರಿಂದ ಆ ಕಣಗಳೆಲ್ಲಾ ಒಂದೇ ಅಂತರವುಳ್ಳವುಗಳಾಗಿರದೆ, ಕೆಲವು ಕಡೆ ಒತ್ತಾಗಿಯೂ, ಮತ್ತೆ ಕೆಲವು ಕಡೆ ವಿರಳವಾಗಿಯೂ ವಿಂಗಡಿಸಿಕೊಳ್ಳುವುವು. ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿರುವಂತೆ C ಜಾಗಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ಸಂಕೋಚ ಸ್ಥಿತಿಯೂ, R ಜಾಗಗಳಲ್ಲಿ ವಿಕಾಸಸ್ಥಿತಿಯೂ ಏರ್ಪಡುತ್ತವೆ. ಇವುಗಳ ಅನುಕ್ರಮ ದೂರವು ಒಂದೇ ಆಗಿರುವುದು. ಒಂದು C ಪ್ರದೇಶದಿಂದ ಮತ್ತೊಂದು C ಪ್ರದೇಶಕ್ಕೆ ಇರುವ ಅಂತರವೇ ತರಂಗದೂರ



ಚಿತ್ರ 12

ಕಣಗಳು ಆಂದೋಳನ ಮಾಡುವ ನೇರ
ಅಲೆಗಳ ಪ್ರಸಾರಮಾಡುವ ನೇರ

ಲೋಹದ ಕವೆ ಒಂದಾವರ್ತಿ ಸ್ಪಂದನ ಮಾಡುವ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಅಲೆಯು ಒಂದು ತರಂಗದೂರದಷ್ಟು ದೂರ ಪ್ರಸಾರವಾಗುತ್ತದೆ. ಇದೇ ಶಬ್ದದ ಅಲೆಗಳ ಪ್ರಸಾರ ರಚನೆಯ ಮೂಲತತ್ವ.

ಮೇಲೆ ತಿಳಿಸಿರುವಂತೆ ಒಂದೊಂದು ಶ್ರುತಿಮಾಡುವ ಕವೆಗೂ (ಅದರ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಗೆ ಅನುಸಾರವಾದ) ಒಂದೊಂದು ಸ್ವರ ಈ ಕೆಳಗೆ ತೋರಿಸಿರುವಂತೆ ಉತ್ಪತ್ತಿಯಾಗುತ್ತದೆ.

ಆವರ್ತ ಸಂಖ್ಯೆ	ಸ್ವರ	ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆ	ಸ್ವರ
256	ಸ	384	ಪ
288		426·6	ಧ
320	ಗ	480	ನಿ
341·3	ಮ	512	ಸ

ಬೇರೆ ಬೇರೆ ಸ್ವರಗಳ ಜೋಡಣೆಗಳಿಂದ ಬೇರೆ ಬೇರೆ ರಾಗಗಳು ಹುಟ್ಟುತ್ತವೆ.

ಒಂದು ಶ್ರುತಿಯ ಕವೆಯು ಶಬ್ದಮಾಡುತ್ತಿರುವಾಗ ಅದರ ಸ್ಪಂದನಗಳಿಂದ ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ ಒಂದು ವಿಧವಾದ ಅಲೆ

ಗಳು ಹಬ್ಬಿ ಒಂದು ಗೊತ್ತಾದ ವೇಗ*ದಿಂದ ಬಂದು ನಮ್ಮ ಕಿವಿಯನ್ನು ಮುಟ್ಟುತ್ತವೆ. ಕಿವಿಯಲ್ಲಿ ಮೂರು ಮುಖ್ಯ ಅಂಗ ಗಳಿವೆ; ಹೊರಗಿನ ಕಿವಿ, ಮಧ್ಯದ ಕಿವಿ, ಮತ್ತು ಒಳಗಿನ ಕಿವಿ. ಅಲೆಗಳು ಹೊರಗಿನ ಕಿವಿಯ ಮೂಲಕ ಪ್ರವೇಶಿಸಿ ಮಧ್ಯದ ಕಿವಿಯಲ್ಲಿರುವ ಮೂಳೆಗಳನ್ನು ಸ್ಪಂದನ ಮಾಡಿಸಿ, ಆ ಸ್ಪಂದನಗಳ ಮೂಲಕ ಒಳಗಿನ ಕಿವಿಯನ್ನು ಮುಟ್ಟುತ್ತವೆ. ಇದರಲ್ಲಿರುವ ಮುಖ್ಯ ಅಂಗವೇನೆಂದರೆ, ಸುರಳಿಯ ಆಕಾರ ದಲ್ಲಿರುವ ಕಾಕ್ಲಿಯಾ ಎಂಬ ನರವಿಶೇಷ. ಇದರಲ್ಲಿ, ವೀಣೆಯ ತಂತಿಗಳಂತೆ, ಎಳೆದು ಹಿಡಿದಂತಿರುವ (Tension) ತಂತಿ ರೂಪವಾದ ನೂರಾರು ಅತಿಸೂಕ್ಷ್ಮವಾದ ನರಗಳ ಎಳೆಗಳಿವೆ. ಒಂದೊಂದು ನರಕ್ಕೂ ಒಂದೊಂದು ವೈಯಕ್ತಿಕ ಆವರ್ತ ಸಂಖ್ಯೆಯಿದೆ. ಎಂದರೆ ಒಂದೊಂದು ಸ್ಪಂದನಮಾಡಿದರೂ, ಒಂದೊಂದು ಸ್ವಾಭಾವಿಕವಾದ ಸ್ವರ ಹೊರಡುತ್ತದೆ. 256 ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯುಳ್ಳ ಟ್ಯೂನಿಂಗ್ ಫೋರ್ಕಿನಿಂದ ಹೊರಟ ಶಬ್ದದ ಅಲೆಗಳು ಕಿವಿಗೆ ಬಂದಾಗ, ಅದೇ 256 ಆವರ್ತ ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು ಹೊಂದಿರುವ ಯಾವ ನರವು ಇದೆಯೋ ಆ ನರವು ಅತಿ ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಸ್ಪಂದನಮಾಡುತ್ತದೆ. ಕಿವಿಯ ನರ ಗಳಿಂದ ಮೆದುಳಿಗಿರುವ ಸಂಬಂಧದ ದೆಸೆಯಿಂದ ಆ ನರದ ಮಿಡಿತವು ಮೆದುಳಿಗೆ ಮುಟ್ಟಿ ಒಂದು ಅನುಭವವನು ಕೊಡುತ್ತದೆ. ಇದಕ್ಕೇ ನಾವು ಶ್ರವಣ, 'ಕೇಳುವುದು ಎಂಬ ಹೆಸರನ್ನು ಇಟ್ಟಿರುತ್ತೇವೆ.

---

*ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ ಶಬ್ದದ ಅಲೆಗಳ ವೇಗ ಒಂದು ಸೆಕೆಂಡಿಗೆ 1120 ಅಡಿಗಳಿರುತ್ತದೆ.

ಒಂದು ಶುದ್ಧನಾದಕ್ಕೆ ಬದಲು ಒಂದು ಮಿಶ್ರ ಶಬ್ದವು ಕಿವಿಯಲ್ಲಿ ಬಂದಾಗ, ಆ ಶಬ್ದದ ಮೂಲಸ್ವರಗಳನ್ನು ಸ್ವಲ್ಪವೂ ಪ್ರಯಾಸವಿಲ್ಲದೆ ಕಿವಿಯು ಬೇರ್ಪಡಿಸಬಲ್ಲುದು. ಈ ಶಕ್ತಿಯಿರುವುದರಿಂದಲೇ, ಆ ಮೂಲಸ್ವರಗಳಿಗೆ ಸಮಾನವಾದ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯುಳ್ಳ ನರಗಳೆಲ್ಲಾ ಒಟ್ಟಿಗೆ ಮಿಡಿಯುತ್ತವೆ. ಇದನ್ನು ಸಹ ಸ್ಪಂದನ (Resonance) ವೆನ್ನಬಹುದು. ಈ ಸ್ವರ ವಿಭಜನಾಶಕ್ತಿ ಕಿವಿಗಿರುವ ಒಂದು ಅಮೌಲ್ಯವಾದ ಗುಣ. ಈಗ ಒಂದು ವಿವಿಧ ವಾದ್ಯಗಾನದಲ್ಲಿ (Orehestra) ವೀಣೆ, ಪಿಟೀಲು, ಕೊಳಲು, ಹಾಡುಗಾರಿಕೆ ಮುಂತಾದ ಕೆಲವು ವಾದ್ಯಗಳು ಏಕಕಾಲದಲ್ಲಿ ಒಂದೇಸ್ವರವನ್ನು ಬಾರಿಸುತ್ತಿದ್ದರೂ, ಇವುಗಳನ್ನೆಲ್ಲಾ ನಮ್ಮ ಕಿವಿಯು ಪ್ರತ್ಯೇಕ ಪ್ರತ್ಯೇಕವಾಗಿ ತನ್ನ ವಿಶೇಷ ಶಕ್ತಿಯಿಂದ ವಿಭಜಿಸಿ ಅವುಗಳಿಗಿರುವ ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾದ ಮೂಲವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳನ್ನು ಎತ್ತಿ ತೋರಿಸುತ್ತದೆ. ಇದರಿಂದಲೇ, ಯಾವ ಸ್ವರವು ಯಾವ ವಾದ್ಯದಿಂದ ಉಂಟಾದುದೆಂಬುದನ್ನು ನಾವು ನಿರಾಯಾಸವಾಗಿ ಹೇಳಬಲ್ಲೆವು. ಕಿವಿಯ ರಚನೆಯು ಎಷ್ಟು ಚಿಕ್ಕದಾಗಿದ್ದರೂ, ಅದು ಎಷ್ಟು ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾದದ್ದು, ಅದರಲ್ಲಡಗಿರುವ ಶಕ್ತಿ ಎಷ್ಟುಅನುಪಮವಾದುದು ಎಂಬುದು ಭಾಸವಾಗುತ್ತದೆ.

ಕಿವಿಯು ಸುಮಾರು 30 ರಿಂದ ಹಿಡಿದು, 25,000 ವರೆಗೆ ಇರುವ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಗಳುಳ್ಳ ಎಲ್ಲಾ ಶಬ್ದಗಳನ್ನೂ ಗೊತ್ತು ಹಚ್ಚಬಲ್ಲುದು. 30 ಕ್ಕೆ ಕಡಮೆಯಾಗಲಿ, 25,000 ಕ್ಕೆ ಮೇಲಾಗಲಿ ಇದ್ದರೆ, ನಮ್ಮ ಕಿವಿಗೆ ಗೋಚರವಾಗುವುದಿಲ್ಲ.

ಸಂಗೀತಕ್ಕೂ ಶಬ್ದವಿಜ್ಞಾನಕ್ಕೂ ಎಷ್ಟು ನಿಕಟ ಸಂಬಂಧವಿದೆಯೆಂಬುದನ್ನು ಒತ್ತಿಹೇಳಬೇಕಾದುದನವಶ್ಯಕ. ಗಾನದ

ಸವಿಯನ್ನು ಹೆಚ್ಚು ಅನುಭವಿಸಬೇಕಾದರೆ, ಶಬ್ದವಿಜ್ಞಾನದ ತಿಳಿವಳಿಕೆ ಬಹಳ ಸಹಕಾರಿ.

೧೨ ಕಿವಿಗೆ ಗೋಚರವಾಗದ ಶಬ್ದ

ಕಣ್ಣಿಗೆ ಕಾಣುವ ಬೆಳಕು ಕಣ್ಣಿಗೆ ಕಾಣಿಸದ ಬೆಳಕು ಎಂಬ ಭೇದವಿರುವಂತೆಯೇ ಕಿವಿಗೆ ಕೇಳಿಸುವ ಶಬ್ದ, ಕಿವಿಗೆ ಕೇಳಿಸದ ಶಬ್ದ ಎಂಬ ಭೇದವೂ ಇದೆ.

ಸ್ಪಂದನಗಳ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯು 25,000ಕ್ಕೆ ಮೇಲಿದ್ದರೆ ಕಿವಿಗೆ ಕೇಳಿಸುವುದಿಲ್ಲವೆಂದು ಹೇಳಿದ್ದೇವೆ. ಈ ಹೆಚ್ಚು ಆವರ್ತ ಸಂಖ್ಯೆಯುಳ್ಳ ಸ್ಪಂದನೆಗಳಿಗೆ ಅಲ್‌ಟ್ರಾಸಾನಿಕ್ಸ್ ಎಂದು ಹೆಸರು. ಇವುಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬೇಕಾದರೆ, ಬೇರೆ ಸಾಧನಗಳು ಬೇಕು. ಅವುಗಳ ತರಂಗದೂರ ಶಬ್ದದ ತರಂಗ ದೂರಕ್ಕಿಂತ ಕಡಮೆ.

ಬೆಣಚಿನ ಸ್ಫಟಿಕಗಳನ್ನು ಹೆಚ್ಚು ಒತ್ತಡದಲ್ಲಿಟ್ಟು ಚೆನ್ನಾಗಿ ಅದುಮಿದರೆ ಅವುಗಳ ಆಂತರ್ಯ ರಚನೆಯಲ್ಲಿ ಬದಲಾವಣೆಗಳಾಗಿ, ಅದರಿಂದ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಗಳು ಉತ್ಪನ್ನವಾಗುತ್ತವೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಬದಲಾಗಿ ಆ ಸ್ಫಟಿಕಗಳನ್ನು ಅತಿ ಹೆಚ್ಚಾದ ಆವರ್ತ ಸಂಖ್ಯೆಯಿಂದ ಸ್ಪಂದನಮಾಡುತ್ತಿರುವ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಗೆ ಒಳಪಡಿಸಿದರೆ, ಆ ಸ್ಫಟಿಕಗಳು ಬಹಳ ತೀವ್ರವಾಗಿ ಸ್ಪಂದನ ಮಾಡುತ್ತವೆ. ಈ ರೀತಿಯಾಗಿ ಸುಮಾರು 5 ಲಕ್ಷದಷ್ಟು ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯುಳ್ಳ ಸ್ಪಂದನಗಳನ್ನುಂಟುಮಾಡಲು ಸಾಧ್ಯ. ಇಷ್ಟು ಹೆಚ್ಚಾದ ಆವರ್ತಸಂಖ್ಯೆಯಿಂದ ಸ್ಪಂದಿಸುತ್ತಿರುವ ಒಂದು ಬೆಣಚಿನ ತಟ್ಟೆಗೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದಂತೆ ಒಂದು ಘನ

ವಸ್ತುವೋ ದ್ರವವೋ, ಗಾಳಿಯೋ ಇದ್ದರೆ, ಅದರಲ್ಲಿಯೂ ಕೂಡ ಅದೇ ವಿಧವಾದ ಸ್ಪಂದನಗಳಾಗುತ್ತವೆ. ಈ ಸ್ಪಂದನಗಳಾದರೋ ನಮ್ಮ ಕಿವಿಯಿಂದ ಕೇಳಲ್ಪಡುವುದಿಲ್ಲ.

ಇವುಗಳ ಮುಖ್ಯ ಉಪಯೋಗಗಳು – (1) ಯುದ್ಧ ಕಾಲದಲ್ಲಿ, ಕಿವಿಗೆ ಗೋಚರವಾಗದ ಈ ಅಲೆಗಳನ್ನು ಅಂತರ್ಗಾಮಿಯಾದ ಹಡಗುಗಳ (Submarines) ಸ್ಥಾನಗಳನ್ನು ನಿರ್ಧರಿಸಲು ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ. 40,000 ದಷ್ಟು ಆವರ್ತ ಸಂಖ್ಯೆಯುಳ್ಳ ಈ ಅಲೆಗಳನ್ನು ನೀರಿನ ಮೂಲಕ ಕಳುಹಿಸಿದರೆ, ಅವುಗಳು ಕೆಳಗಿರುವ ನಾವೆಗಳ ಹೊರವೈಗಳಿಂದ ಪ್ರತಿಫಲನಹೊಂದಿ ಹಿಂದಕ್ಕೆ ಬರುತ್ತವೆ. ಈ ಪ್ರತಿಧ್ವನಿಗಳು ಕೆಲವು ನಿರ್ದಿಷ್ಟ ಜಾಗಗಳಲ್ಲಿ ಬಂದು ತಲುಪಲು ಹಿಡಿಯುವ ಕಾಲವನ್ನು ತಿಳಿಯುವುದರಿಂದ, ಹಡಗುಗಳ ಸ್ಥಳಗಳನ್ನು ನಿರ್ದೇಶಿಸಲು ಅವಕಾಶವಾಗುತ್ತದೆ.

(2) ಒಂದು ಅಡಿ ಉದ್ದ, $\frac{1}{1000}$ ಅಂಗುಲ ವ್ಯಾಸವುಳ್ಳ ಗಾಜಿನ ಎಳೆಗಳ ಮೂಲಕ ಈ ಅಲೆಗಳನ್ನು ಪ್ರಸರಿಸುವ ಹಾಗೆ ಮಾಡಬಹುದು. ಈ ಎಳೆಯ ಒಂದು ಕೊನೆಯನ್ನು ಹೆಬ್ಬೆಟ್ಟಿಗೂ ಬೆರಳಿಗೂ ನಡುವೆ ಹಿಡಿದುಕೊಂಡರೆ, ಅದರಿಂದ ಬರುವ ಸ್ಪಂದನಗಳಿಂದ ಬೆರಳು ಸುಟ್ಟು ಗಾಯವಾಗುವುದು. ಆ ಗಾಜಿನ ಕೊನೆ ಸಹಸ್ರಾರು ಆವರ್ತಸ್ಪಂದನ ಮಾಡುವುದರಿಂದ ಆಗುವ ಒತ್ತಡವೇ ಆ ಗಾಯಕ್ಕೆ ಕಾರಣ. ಇದೇ ತತ್ವವನ್ನು ಶಸ್ತ್ರಚಿಕಿತ್ಸೆಯಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು.

(3) ಸಣ್ಣಕೋಶಗಳುಳ್ಳ ಕೆಲವು ಅಣುಜೀವಿಗಳು ಈ ಅಲೆಗಳಿಂದ ನಾಶಹೊಂದುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಅಣು

ಜೀವಿಗಳು ಗಾತ್ರದಲ್ಲಿ ಅತಿಸೂಕ್ಷ್ಮವಾಗಿರುವುದರಿಂದ ಈ ಅಲೆಗಳ ಹೊಡೆತದಿಂದ ತಪ್ಪಿಸಿಕೊಳ್ಳುವುವು. ಮೀನುಗಳು ಈ ಅಲೆಗಳ ಹೊಡೆತಕ್ಕೆ ಸಿಕ್ಕಿದರೆ ಪ್ರಾಣ ಬಿಡುವುವು. ಅವುಗಳ ಒಳಗಿನ ಉಷ್ಣದ ಮಟ್ಟವು ಬಹಳ ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಏರಿ, ಪ್ರಾಣ ಹಾನಿಯಾಗಬಹುದೆಂದು ತೋರುತ್ತದೆ.

ಈ ಅಲೆಗಳ ವಿಷಯವಾದ ಸಂಶೋಧನೆಗಳು ಅಷ್ಟು ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಮುಂದುವರಿಯದಿದ್ದರೂ, ವುಡ್ ಮತ್ತು ಲೂಮಿ ಎಂಬ ಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರ ಶ್ರಮದಿಂದ ಕೈಗಾರಿಕೆಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಶಸ್ತ್ರ ಚಿಕಿತ್ಸೆಯಲ್ಲಿಯೂ ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚು ಉಪಯೋಗಕಾರಿಗಳಾಗ ಬಹುದೆಂಬ ಭರವಸೆಯುಂಟಾಗಿದೆ.

೧೩ ಉಪಸಂಹಾರ

ವಿಜ್ಞಾನದಲ್ಲಿ ಎರಡು ಮುಖ್ಯ ಭಾಗಗಳಿವೆಯೆಂದು ಹೇಳ ಬಹುದು. ಮೊದಲನೆಯದು ಶುದ್ಧವಿಜ್ಞಾನ (Pure Science) ಮತ್ತೊಂದು ಔಪಯೋಗಿಕ ಅಥವಾ ಪ್ರಯೋಜಕ (Applied Science) ವಿಜ್ಞಾನ. ಶುದ್ಧವಿಜ್ಞಾನದ ಪರಿಶೋಧನೆಗಳಲ್ಲಿ ನಿರತರಾಗಿರುವವರಿಗೆ ಪ್ರಕೃತಿಗಳ ಮರ್ಮಗಳನ್ನು ತಿಳಿದು ಸತ್ಯವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವುದೇ ಮುಖ್ಯ ಧ್ಯೇಯ. ಅವರು ಒಂದು ಗೊತ್ತಾದ ವಿಜ್ಞಾನದ ಹಾದಿಯನ್ನು ಹಿಡಿದಿರುತ್ತಾರೆ. ಅವರಿಗೆ ಯಾವ ಫಲಾಪೇಕ್ಷೆಯೂ ಇರುವುದಿಲ್ಲ. ಅವರ ಸಂಶೋಧನೆಗಳು ಮಾನವಕೋಟಿಗೇ ಸೇವೆಯನ್ನು ಮಾಡು ತ್ತವೆ. ಇದೇ ನಿಜವಾದ ವಿಜ್ಞಾನ.

ವಿಜ್ಞಾನದ ಸಂಶೋಧನೆಗಳನ್ನು ನಮ್ಮ ನಿತ್ಯಜೀವನಕ್ಕೆ ಹೊಂದಿಸಿಕೊಂಡು ಸುಖವನ್ನು ಕಲ್ಪಿಸಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ಇದಕ್ಕೆ ಬೇಕಾದ ಚಾತುರ್ಯ ಪ್ರಯೋಜಕ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳದು. X ಕಿರಣಗಳು, ವೈರ್ಲೆಸ್ ಮುಂತಾದ ತತ್ವಗಳಿಂದ ನಮ್ಮಗಳ ಜೀವನದಲ್ಲಿ ಎಷ್ಟು ಪರಿಣಾಮವುಂಟಾಗಿದೆಯೆಂದು ಹೇಳ ಬೇಕಾಗಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ವಿಜ್ಞಾನಸಂಶೋಧನೆಗಳನ್ನು ಮತ್ತೊಬ್ಬರ ಕೆಡುಕಿಗೆ ಬೇಕಾದರೂ ಉಪಯೋಗಿಸಲು ಅವಕಾಶವಿದೆ. ಈ ಅವಕಾಶವನ್ನು ಮನುಷ್ಯನು ತನ್ನ ಕೆಟ್ಟ ಬುದ್ಧಿಯಿಂದ ಉಪಯೋಗಿಸುವುದೇ ಈಗಿನ ಯುದ್ಧಗಳಲ್ಲಿ ಅತಿ ವಿಷಾದಕರ ವಾದ ಪರಿಣಾಮವನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡಿದೆ.

ಮೇಲಿನ ಕೆಲವು ಅಧ್ಯಾಯಗಳಲ್ಲಿ ಶುದ್ಧವಿಜ್ಞಾನವನ್ನು ಮನುಷ್ಯನ ಜೀವನದಲ್ಲಿ ಸದುಪಯೋಗ ಪಡಿಸಿದರೆ ಆಗುವ ಹಲವಾರು ಪ್ರಯೋಜನಗಳಿವೆಯೆಂಬುದು ಗೋಚರವಾಗು ವುದು. ಸರ್ವನಾಶಕಾರಕವಾದ ಯುದ್ಧದ ಭೀತಿಯಲ್ಲಿ ಸದಾ ಪರಿತಪಿಸುತ್ತಿರುವ ಇಂದಿನ ಪ್ರಪಂಚದಲ್ಲಿ ಜನಾಂಗ ಗಳು ಶುದ್ಧವಿಜ್ಞಾನಕ್ಕೆ ಪ್ರಾಶಸ್ತ್ಯವನ್ನು ಕೊಟ್ಟು ಅದರ ತತ್ವ ಗಳನ್ನು ಕೆಟ್ಟ ಮಾರ್ಗಗಳಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸದೆ, ಯುದ್ಧ ಗಳನ್ನು ತಪ್ಪಿಸಿ, ಶಾಂತಿಯನ್ನು ಸ್ಥಾಪಿಸಬೇಕು.